TÜV RHEINLAND
ENERGIE UND UMWELT GMBH

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-11120-02-00

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung TEOM 1405F Ambient Particulate Monitor mit PM_{10} Vorabscheider der Firma Thermo Fisher Scientific für die Komponente Schwebstaub PM_{10}

TÜV-Bericht: 936/21209885/B
Köln, 25. November 2011

www.umwelt-tuv.de

luft@de.tuv.com

Die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH ist mit der Abteilung Immissionsschutz
für die Arbeitsgebiete:

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Geruchsstoffen;
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung;
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Akkreditierung ist gültig bis 31-01-2013. DAkkS-Registriernummer: D-PL-11120-02-00.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
D - 51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-2756, Fax: 0221 806-1349

Leerseite

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-11120-02-00

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung TEOM 1405F Ambient Particulate Monitor mit PM10 Vorabscheider der Firma Thermo Fisher Scientific für die Komponente Schwebstaub PM10

Geprüftes Gerät:	TEOM 1405F Ambient Particulate Monitor mit PM10 Vorabscheider
Hersteller:	Thermo Fisher Scientific 27 Forge Parkway Franklin, Ma 02038 USA
Prüfzeitraum:	Dezember 2009 bis Oktober 2011
Berichtsdatum:	25. November 2011
Berichtsnummer:	936/21209885/B
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Karsten Pletscher Tel.: ++49 221 806-2592 karsten.pletscher@de.tuv.com

Berichtsumfang:

Bericht:		169	Seiten
Anhang	ab Seite	170	
Handbuch	ab Seite	207	
Handbuch	mit	204	Seiten
Gesamt		411	Seiten

Leerseite

Inhaltsverzeichnis

1. KURZFASSUNG UND BEKANNTGABEVORSCHLAG 13

1.1 Kurzfassung 13

1.2 Bekanntgabevorschlag 18

1.3 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse 19

2. AUFGABENSTELLUNG 28

2.1 Art der Prüfung 28

2.2 Zielsetzung 28

3. BESCHREIBUNG DER GEPRÜFTEN MESSEINRICHTUNG 29

3.1 Messprinzip 29

3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung 31

3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung 32

4. PRÜFPROGRAMM 47

4.1 Allgemeines 47

4.2 Laborprüfung 47

4.3 Feldtest 48

5. REFERENZMESSVERFAHREN 59

6. PRÜFERGEBNISSE 60

6.1 4.1.1 Messwertanzeige 60

6.1 4.1.2 Wartungsfreundlichkeit 62

6.1 4.1.3 Funktionskontrolle 64

6.1 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten 66

6.1 4.1.5 Bauart 68

6.1 4.1.6 Unbefugtes Verstellen 69

6.1 4.1.7 Messsignalausgang 70

6.1 5.1 Allgemeines 72

6.1 5.2.1 Zertifizierungsbereiche 73
6.1 5.2.2 Messbereich 74
6.1 5.2.3 Negative Messsignale 75
6.1 5.2.4 Stromausfall 76
6.1 5.2.5 Gerätefunktionen 77
6.1 5.2.6 Umschaltung 78
6.1 5.2.7 Wartungsintervall 79
6.1 5.2.8 Verfügbarkeit 80
6.1 5.2.9 Gerätesoftware 82
6.1 5.3.1 Allgemeines 84
6.1 5.3.2 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt 86
6.1 5.3.3 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt 88
6.1 5.3.4 Linearität (Lack-of-fit) 89
6.1 5.3.5 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks 90
6.1 5.3.6 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur 91
6.1 5.3.7 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur 92
6.1 5.3.8 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung 95
6.1 5.3.9 Querempfindlichkeit 97
6.1 5.3.10 Mittelungseinfluss 98
6.1 5.3.11 Standardabweichung aus Doppelbestimmungen 99
6.1 5.3.12 Langzeitdrift 101
6.1 5.3.13 Kurzzeitdrift 107
6.1 5.3.14 Einstellzeit 108
6.1 5.3.15 Differenz zwischen Proben- und Kalibriereingang 109
6.1 5.3.16 Konverterwirkungsgrad 110
6.1 5.3.17 Anstieg der NO_2-Konzentration durch Verweilen im Messgerät 111
6.1 5.3.18 Gesamtunsicherheit 112

6.1 5.4.1 Allgemeines 113

6.1 5.4.2 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems 114

6.1 5.4.3 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme 121

6.1 5.4.4 Kalibrierung 126

6.1 5.4.5 Querempfindlichkeit 128

6.1 5.4.6 Mittelungseinfluss 131

6.1 5.4.7 Konstanz des Probenahmevolumenstroms 132

6.1 5.4.8 Dichtheit des Probenahmesystems 138

6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung (Module 5.4.9 – 5.4.11) 140

6.1 5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} 141

6.1 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge 147

6.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen 160

6.1 5.5 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen 165

7. EMPFEHLUNGEN ZUM PRAXISEINSATZ 166

8. LITERATURVERZEICHNIS 168

9. ANLAGEN 169

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beschreibung der Messstellen 17
Tabelle 2: Änderung Gerätekonfiguration nach Feldteststandort „Teddington, Sommer“ 44
Tabelle 3: Gerätetechnische Daten TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor (Herstellerangaben) 45
Tabelle 4: Feldteststandorte 49
Tabelle 5: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, als Tagesmittelwerte 54
Tabelle 6: Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM_{10} 55
Tabelle 7: Entfernte Wertepaare Referenz PM_{10} nach Grubbs 56
Tabelle 8: Eingesetzte Filtermaterialien 58
Tabelle 9: Zertifizierungsbereiche 73
Tabelle 10: Ermittlung der Verfügbarkeit (ohne prüfungsbedingte Ausfälle) 81
Tabelle 11: Ermittlung der Verfügbarkeit (inkl. prüfungsbedingte Ausfälle) 81
Tabelle 12: Nachweisgrenze PM_{10} 87
Tabelle 13: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in µg/m³, Mittelwert aus drei Messungen 94
Tabelle 14: Abhängigkeit der Empfindlichkeit (Kalibrierkonstante K_0) von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen 94
Tabelle 15: Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in % 96
Tabelle 16: Konzentrationsmittelwerte, Standardabweichung, Unsicherheitsbereich und Reproduzierbarkeit im Feld, Messkomponente PM_{10} 100
Tabelle 17: Nullpunktdrift SN 20006 & SN 20107, mit Nullfilter 103
Tabelle 18: Empfindlichkeitsdrift SN 20006 & SN 20107 105
Tabelle 19: Ergebnisse der linearen Regressionsanalyse der Messungen mit den beiden Testgeräten SN 20006 und SN 20107 an den vier Standorten 115
Tabelle 20: Ergebnisse der linearen Regressionsanalyse der Messungen mit den beiden Testgeräten SN 20006 und SN 20107 (gesamt) 115
Tabelle 21: Zweiseitiger 95%-Vertrauensbereich CI_{95} für die Testgeräte SN 20006 und SN 20107 123
Tabelle 22: Ergebnisse der Kalibrier- und Analysenfunktion, Messkomponente PM_{10} 126
Tabelle 23: Abweichung zwischen Referenzmessung und Prüfling an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 %, Messkomponente PM_{10} 129
Tabelle 24: Vergleich Testgerät 20006 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte, Messkomponente PM_{10} 130
Tabelle 25: Vergleich Testgerät 20107 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte, Messkomponente PM_{10} 130
Tabelle 26: Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate 133
Tabelle 27: Kenngrößen für die Gesamtdurchflussmessung (24h-Mittel, Köln, Winter), SN 20006 134
Tabelle 28: Kenngrößen für die Gesamtdurchflussmessung (24h-Mittel, Köln, Winter), SN 20107 134
Tabelle 29: Ergebnisse der Dichtigkeitsprüfungen im Feldtest 139

Tabelle 30: Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} für die Testgeräte SN 20006 und SN 20107, Messkomponente PM_{10} 143
Tabelle 31: Übersicht Äquivalenzprüfung TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor für PM_{10} 150
Tabelle 32: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u_{ref} für PM_{10} 152
Tabelle 33: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 20006 und SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Rohdaten 152
Tabelle 34: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 20006 und SN 20107, nach Korrektur Achsabschnitt 164
Tabelle 35: Stabilität Eichgewicht 210
Tabelle 36: Stabilität der Kontrollfilter 212
Tabelle 37: Wägebedingungen und Wiegezeiten 213

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematischer Aufbau des Massenmesswertgebers 29
Abbildung 2: Überblick Gesamtsystem TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor 32
Abbildung 3: Amerikanischer PM_{10}-Probenahmekopf (Original Style, p/n 57-000596-0001) für TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor 33
Abbildung 4: Flowsplitter 33
Abbildung 5: Messgerät TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor 34
Abbildung 6: Messgerät TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor (1. System von links) in Messstation 34
Abbildung 7: Vakuumpumpe (p/n 10-011413) 35
Abbildung 8: Hauptfenster der Benutzeranzeige 36
Abbildung 9: Menü: System Status (hier Softwareversion 1.51) 37
Abbildung 10: Anzeige Warnungsmeldung (dreieckiges Warnsymbol + Button „View Warnings“) 38
Abbildung 11: Menü: Instrument conditions 39
Abbildung 12: Menü: Settings 40
Abbildung 13: Menü: Service 41
Abbildung 14: Nullfilter im Feldeinsatz 42
Abbildung 15: Filterset zur Überprüfung der Kalibrierkonstante K_0 43
Abbildung 16: Verlauf der PM_{10}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“ 50
Abbildung 17: Verlauf der PM_{10}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“ 50
Abbildung 18: Verlauf der PM_{10}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Parkplatzgelände, Winter“ 51
Abbildung 19: Verlauf der PM_{10}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer“ 51
Abbildung 20: Feldteststandort Teddington 52
Abbildung 21: Feldteststandort Köln, Parkplatzgelände 52
Abbildung 22: Feldteststandort Bornheim, Autobahnparkplatz 53
Abbildung 23: Grubbs Testergebnisse für das PM_{10} Referenzverfahren, Teddington (Winter) 56
Abbildung 24: Grubbs Testergebnisse für das PM_{10} Referenzverfahren, Teddington (Sommer) 57
Abbildung 25: Grubbs Testergebnisse für das PM_{10} Referenzverfahren, Köln (Winter) 57
Abbildung 26: Grubbs Testergebnisse für das PM_{10} Referenzverfahren, Bornheim (Sommer) 58
Abbildung 27: Messanzeige Konzentrationsmesswerte 61
Abbildung 28: Ansicht Geräterückseite TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor 71
Abbildung 29: Anzeige der Softwareversion (hier 1.51) im Menü „System Status“ 83
Abbildung 30: Nullpunktdrift SN 20006, Messkomponente PM_{10} 104
Abbildung 31: Nullpunktdrift SN 20107, Messkomponente PM_{10} 104
Abbildung 32: Drift des Messwertes SN 20006, Messkomponente PM_{10} 106
Abbildung 33: Drift des Messwertes SN 20107, Messkomponente PM_{10} 106
Abbildung 34: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20006, Standort Teddington, Winter 116
Abbildung 35: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20107, Standort Teddington, Winter 116
Abbildung 36: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20006, Standort Teddington, Sommer 117
Abbildung 37: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20107, Standort Teddington, Sommer 117
Abbildung 38: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20006, Standort Köln, Parkplatz 118

Abbildung 39: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20107, Standort Köln, Parkplatz 118
Abbildung 40: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20006, Standort Bornheim.....119
Abbildung 41: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20107, Standort Bornheim.....119
Abbildung 42: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20006, alle Standorte 120
Abbildung 43: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20107, alle Standorte 120
Abbildung 44: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Standort Teddington, Winter.....123
Abbildung 45: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Standort Teddington, Sommer.....124
Abbildung 46: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Standort Köln, Parkplatzgelände 124
Abbildung 47: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Standort Bornheim.....125
Abbildung 48: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, alle Standorte 125
Abbildung 49: Verlauf der PM-Konzentrationen [µg/m³] und der Filterbeladung [%], Testgerät SN 20006, Köln, Winter.....135
Abbildung 50: PM_{10}-Durchfluss am Testgerät SN 20006, Köln, Winter 135
Abbildung 51: Gesamt-Durchfluss am Testgerät SN 20006, Köln, Winter.....136
Abbildung 52: Verlauf der PM- Konzentrationen [µg/m³] und der Filterbeladung [%], Testgerät SN 20107, Köln, Winter.....136
Abbildung 53: PM_{10}-Durchfluss am Testgerät SN 20107, Köln, Winter 137
Abbildung 54: Gesamt-Durchfluss am Testgerät SN 20116, Köln, Winter.....137
Abbildung 55: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Messkomponente PM_{10}, alle Standorte.....143
Abbildung 56: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Standort Teddington, Winter 144
Abbildung 57: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Standort Teddington, Sommer 144
Abbildung 58: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Standort Köln, Winter.....145
Abbildung 59: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Standort Bornheim, Sommer.....145
Abbildung 60: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Messkomponente PM_{10}, alle Standorte, Werte ≥ 30 µg/m³.....146
Abbildung 61: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Messkomponente PM_{10}, alle Standorte, Werte < 30 µg/m³ 146
Abbildung 62: Referenz vs. Testgerät, SN 20006 & SN 20107, Messkomponente PM_{10}, alle Standorte 153
Abbildung 63: Referenz vs. Testgerät, SN 20006, Messkomponente PM_{10}, alle Standorte 153
Abbildung 64: Referenz vs. Testgerät, SN 20107, Messkomponente PM_{10}, alle Standorte 154
Abbildung 65: Referenz vs. Testgerät, SN 20006, Messkomponente PM_{10}, Teddington, Winter.....154
Abbildung 66: Referenz vs. Testgerät, SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Teddington, Winter.....155
Abbildung 67: Referenz vs. Testgerät, SN 20006, Messkomponente PM_{10}, Teddington, Sommer.....155
Abbildung 68: Referenz vs. Testgerät, SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Teddington, Sommer.....156
Abbildung 69: Referenz vs. Testgerät, SN 20006, Messkomponente PM_{10}, Köln, Winter 156

Abbildung 70: Referenz vs. Testgerät, SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Köln, Winter 157
Abbildung 71: Referenz vs. Testgerät, SN 20006, Messkomponente PM_{10}, Bornheim, Sommer 157
Abbildung 72: Referenz vs. Testgerät, SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Bornheim, Sommer 158
Abbildung 73: Referenz vs. Testgerät, SN 20006, Messkomponente PM_{10}, Werte ≥ 30 µg/m³ 158
Abbildung 74: Referenz vs. Testgerät, SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Werte ≥ 30 µg/m³ 159
Abbildung 75: Stabilität Eichgewicht 209
Abbildung 76: Stabilität der Kontrollfilter 211
Abbildung 77: Streuung der Emfab Filter für (**A**) Anfangswägung m Vergleich zum Prüfgewicht und (**B**) Endwägung im Vergleich zum Prüfgewicht 216

1. Kurzfassung und Bekanntgabevorschlag

1.1 Kurzfassung

Gemäß der Richtlinie 2008/50/EG vom 21. Mai 2008 (ersetzt die Luftqualitätsrahmenrichtlinie 96/62/EG vom 27. September 1996 inkl. der zugehörigen Tochterrichtlinien 1999/30/EG, 2000/69/EG, 2002/3/EG sowie die Entscheidung des Rates 97/101/EG) „über Luftqualität und saubere Luft für Europa“ sind als Referenzmethoden zur Messung der PM_{10}-Konzentration die in der EN 12341 „Luftbeschaffenheit - Ermittlung der PM_{10}-Fraktion von Schwebstaub – Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“ sowie zur Messung der $PM_{2,5}$-Konzentration die in der EN 14907 „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der $PM_{2,5}$-Massenfraktion des Schwebstaubs“ beschriebenen Methoden zu verwenden. Die Mitgliedsstaaten können bei Partikeln jedoch auch eine andere Methode verwenden, wenn nachgewiesen werden kann, „dass diese einen konstanten Bezug zur Referenzmethode aufweist. In diesem Fall müssen die mit dieser Methode erzielten Ergebnisse korrigiert werden, damit diese den Ergebnissen gleichwertig sind, die bei der Anwendung der Referenzmethode erzielt worden wären“ (2008/50/EG, Anhang VI, B).

Der Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods” [4] der Ad-hoc-EG-Arbeitsgruppe vom Januar 2010

(Quelle: http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/equivalence.pdf)

beschreibt ein Verfahren für die Prüfung auf Äquivalenz von Nicht-Standardmessverfahren. Die Anforderungen des Leitfadens zur Äquivalenzprüfung wurden in der letzten Revision der VDI-Richtlinien VDI 4202, Blatt 1 sowie VDI 4203, Blatt 3 mit aufgenommen.

Im Rahmen der vorliegenden Prüfung wurden folgende Grenzwerte angesetzt:

	PM_{10}
Tagesgrenzwert TGW (24 h)	50 µg/m³
Jahresgrenzwert JGW (1 a)	40 µg/m³

sowie für die Berechnungen gemäß des Leitfadens [4]

	PM_{10}
Grenzwert	50 µg/m³

Die Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 von 2002 beschreibt die „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung“. Die allgemeinen Rahmenbedingungen für die zugehörigen Prüfungen sind in der Richtlinie VDI 4203, Blatt 1 „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen – Grundlagen“ vom Oktober 2001 beschrieben. VDI 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen – Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“ von 2004 präzisiert diese Rahmenbedingungen.

Die Richtlinien VDI 4202, Blatt 1 und VDI 4203, Blatt 3 wurden nach umfangreicher Revision mit Stand September 2010 neu veröffentlicht. Leider bestehen nach dieser Revision in Hinblick zur Prüfung von Staub-Immissionsmesseinrichtungen einige Unklarheiten und Widersprüche bezüglich konkreter Mindestanforderungen auf der einen Seite und der generellen Relevanz von Prüfpunkten auf der anderen Seite. Es besteht konkret Klärungsbedarf bei den folgenden Prüfpunkten:

6.1	5.3.2 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt	→ keine Mindestanforderung definiert
6.1	5.3.3 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt	→ nicht relevant für Staubgeräte
6.1	5.3.4 Linearität (Lack-of-fit)	→ nicht relevant für Staubgeräte
6.1	5.3.7 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	→ keine Mindestanforderung definiert
6.1	5.3.8 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	→ keine Mindestanforderung definiert
6.1	5.3.11 Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	→ keine Mindestanforderung definiert
6.1	5.3.12 Langzeitdrift	→ keine Mindestanforderung definiert
6.1	5.3.13 Kurzzeitdrift	→ nicht relevant für Staubgeräte

6.1	5.3.18	Gesamtunsicherheit	→ nicht relevant für Staubgeräte, abgedeckt durch 5.4.10.

Aus diesem Grunde wurde eine offizielle Anfrage an die zuständige Stelle in Deutschland gestellt, um eine abgestimmte Vorgehensweise zum Umgang mit den Inkonsistenzen der Richtlinie festzulegen.

Es wurde folgende Vorgehensweise vorgeschlagen:

Die Prüfpunkte 5.3.2, 5.3.7, 5.3.8, 5.3.11 und 5.3.12 werden wie bisher auf Basis der Mindestanforderungen aus VDI 4202 Blatt 1 von 2002 bewertet (d.h. unter Verwendung der Bezugswerte B_0, B_1 und B_2).

Auf die Prüfung der Prüfpunkte 5.3.3, 5.3.4, 5.3.13 und 5.3.18 wird verzichtet, da diese Prüfpunkte für Staubmesseinrichtungen nicht relevant sind.

Die zuständige deutsche Stelle hat dieser vorgeschlagenen Vorgehensweise per Entscheidung vom 27.06.2011 bzw. 07.10.2011 zugestimmt.

Die gemäß der herangezogenen Richtlinien anzuwendenden Bezugswerte für die Messkomponente PM_{10} sind wie folgt festgelegt:

	PM_{10}
B_0	2 µg/m³
B_1	40 µg/m³
B_2	200 µg/m³

Im Auftrag der Firma Thermo Fisher Scientific führte die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH die Eignungsprüfung der Messeinrichtung TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor für die Komponente Schwebstaub PM10 durch.

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, September 2010 bzw. Juni 2002

- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, September 2010 bzw. August 2004

- Europäische Norm EN 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM_{10}-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998

- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von Januar 2010.

Die Messeinrichtung TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor ermittelt die Staubkonzentrationen mittels des Messprinzips der oszillierenden Mikrowägung (TEOM = Tapered Element Oscillating Microbalance). Mit Hilfe einer Pumpe wird Umgebungsluft über einen PM_{10}-Probenahmekopf (16,7 l/min) angesaugt. Die staubbeladene Probenahmeluft wird auf einem TEOM-Filter gesammelt und quantifiziert. Durch das Sicherstellen einer konstanten Durchflussrate von 3 l/min und durch die kontinuierliche Bestimmung der gesammelten Masse auf dem TEOM-Filter, kann die PM_{10}-Konzentration annähernd in Echtzeit ermittelt werden.

Die Messeinrichtung TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor ist mit dem sogenannten FDMS-System (=Filter Dynamics Measurement System) ausgerüstet. Durch den Einsatz des FDMS-Systems werden sowohl die nicht-flüchtigen als auch die flüchtigen Staubbestandteile zur Bestimmung der Schwebstaubkonzentration berücksichtigt.

Die Untersuchungen erfolgten im Labor und während eines mehrmonatigen Feldtests.

Der mehrmonatige Feldtest erfolgte an den Standorten gemäß Tabelle 1:

Tabelle 1: Beschreibung der Messstellen

	Teddington (UK), Winter	Teddington (UK), Sommer	Köln, Parkplatzgelände, Winter	Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer
Zeitraum	12/2009 – 03/2010	04/2010 – 07/2010	01/2011 – 05/2011	07/2011 – 10/2011
Anzahl der Messwertpaare: Prüflinge	46	49	88	68
Charakterisierung	Städtischer Hintergrund	Städtischer Hintergrund	Städtischer Hintergrund	Ländliche Struktur + Autobahn
Einstufung der Immissionsbelastung	durchschnittlich	durchschnittlich	durchschnittlich bis hoch	niedrig bis durchschnittlich

Die komplette Prüfung erfolgte im Rahmen des Testprogramms „Combined MCERTS and TUV PM Equivalence Testing Programme“. Dieses Prüfprogramm wurde vor dem Hintergrund der europäischen Harmonisierung gemeinsam von britischen und deutschen Prüfinstituten (Bureau Veritas UK & Ireland, National Physical Laboratory NPL und TÜV Rheinland) entwickelt und durchgeführt und umfasst die Prüfung der neuesten Serien von Schwebstaubmesseinrichtungen verschiedener Hersteller im Labor und an Standorten in Großbritannien und in Deutschland.

Bei der Eignungsprüfung wurden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Seitens der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH wird daher eine Veröffentlichung als eignungsgeprüfte Messeinrichtung zur laufenden Aufzeichnung der Immissionen von Schwebstaub PM_{10} vorgeschlagen.

1.2 Bekanntgabevorschlag

Aufgrund der erzielten positiven Ergebnisse wird folgende Empfehlung für die Bekanntgabe als eignungsgeprüfte Messeinrichtung ausgesprochen:

Messeinrichtung:

TEOM 1405F Ambient Particulate Monitor mit PM10 Vorabscheider für Schwebstaub PM10

Hersteller:

Thermo Fisher Scientific, Franklin, USA

Eignung:

Zur kontinuierlichen Immissionsmessung der PM_{10}-Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz

Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
PM_{10}	0 – 1000	µg/m³

Softwareversion:

1.55

Einschränkungen:

Der zulässige Umgebungstemperaturbereich am Aufstellungsort der Messeinrichtung beträgt 8 °C bis 25 °C.

Hinweise:

1. Die Anforderungen an den Variationskoeffizienten R^2 gemäß Richtlinie EN 12341 wurden für die Standorte Teddington (Sommer) und Bornheim (Sommer) nicht eingehalten.
2. Die Anforderungen gemäß des Leitfadens “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods” werden für die Messkomponente PM_{10} eingehalten.
3. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM_{10}-Referenzverfahren nach DIN EN 12341 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
4. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter www.qal1.de einsehbar.

Prüfbericht:

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Köln

Bericht-Nr.: 936/21209885/B vom 25. November 2011

1.3 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Mindestanforderung		Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
4	Bauartanforderungen				
4.1	Allgemeine Anforderungen				
4.1.1	Messwertanzeige	Muss vorhanden sein.	Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige.	ja	60
4.1.2	Wartungsfreundlichkeit	Wartungsarbeiten sollten ohne größeren Aufwand möglichst von außen durchführbar sein.	Wartungsarbeiten sind mit üblichen Werkzeugen und vertretbarem Aufwand von außen durchführbar.	ja	62
4.1.3	Funktionskontrolle	Spezielle Einrichtungen hierzu sind als zum Gerät gehörig zu betrachten, bei den entsprechenden Teilprüfungen einzusetzen und zu bewerten.	Alle im Bedienungshandbuch beschriebenen Gerätefunktionen sind vorhanden, aktivierbar und funktionieren. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Warnungsmeldungen angezeigt.	ja	65
4.1.4	Rüst- und Einlaufzeiten	Die Betriebsanleitung muss hierzu Angaben enthalten.	Die Rüst- und Einlaufzeiten wurden ermittelt.	ja	67
4.1.5	Bauart	Die Betriebsanleitung muss Angaben hierzu enthalten	Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Angaben zur Bauart sind vollständig und korrekt.	ja	68
4.1.6	Unbefugtes Verstellen	Muss Sicherung dagegen enthalten.	Die Messeinrichtung ist gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen von Geräteparametern gesichert. Die Messeinrichtung ist darüber hinaus in einem Messcontainer zu verschließen.	ja	69
4.1.7	Messsignalausgang	Muss digital und/oder analog angeboten werden.	Die Messsignale werden analog (0-1 bzw. 5 V) und digital (über Ethernet, RS 232, USB) angeboten.	ja	70

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5. Leistungsanforderungen				
5.1 Allgemeines	Herstellerangaben der Betriebsanleitung dürfen den Ergebnissen der Eignungsprüfung nicht widersprechen.	Differenzen zwischen Geräteausstattung und Handbüchern wurden nicht beobachtet.	ja	72
5.2 Allgemeine Anforderungen				
5.2.1 Zertifizierungsbereiche	Müssen den Anforderungen aus Tabelle 1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 entsprechen.	Die Beurteilung der Messeinrichtung im Bereich der relevanten Grenzwerte ist möglich.	ja	73
5.2.2 Messbereich	Messbereichsendwert größer oder gleich der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs.	Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 – 1.000 µg/m³ eingestellt. Andere Messbereiche bis zu maximal 0 – 1.000.000 µg/m³ sind möglich. Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung ist größer als die jeweilige obere Grenze des Zertifizierungsbereichs.	ja	74
5.2.3 Negative Messsignale	Dürfen nicht unterdrückt werden (lebender Nullpunkt).	Negative Messsignale werden von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge korrekt ausgegeben.	ja	75
5.2.4 Stromausfall	Unkontrolliertes Ausströmen von Betriebs- und Kalibriergas muss unterbunden sein; Geräteparameter müssen gegen Verlust durch Pufferung geschützt sein; messbereiter Zustand bei Spannungswiederkehr muss gesichert sein und Messung muss fortgesetzt werden.	Alle Geräteparameter sind gegen Verlust durch Pufferung geschützt. Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig den Messbetrieb nach Erreichen des Gerätestatus „Fully operational“ wieder fort.	ja	76
5.2.5 Gerätefunktionen	Müssen durch telemetrisch übermittelbare Statussignale überwachbar sein.	Die Messeinrichtungen können über ein Modem bzw. einen Router von einem externen Rechner aus umfassend überwacht und gesteuert werden.	ja	77
5.2.6 Umschaltung	Messen/Funktionskontrolle und/oder Kalibrierung muss telemetrisch und manuell auslösbar sein.	Grundsätzlich können alle notwendigen Arbeiten zur Funktionskontrolle direkt am Gerät oder aber per telemetrischer Fernbedienung überwacht werden.	ja	78
5.2.7 Wartungsintervall	Möglichst 3 Monate, mindestens 2 Wochen.	Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 1 Monat.	ja	79

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.2.8 Verfügbarkeit	Mindestens 95 %.	Die Verfügbarkeit betrug für SN 20006 94,5 % und für SN 20107 98,6 % ohne prüfungsbedingte Ausfälle bzw. 88,6 % für SN 20006 sowie 92,1 % für SN 20107 inkl. prüfungsbedingter Ausfälle. Die hohen Ausfallzeiten (15 d) beim SN 20006 aufgrund des undichten Umschaltventils können allerdings nicht der Messeinrichtung selbst voll angerechnet werden, da eine zeitnahe Reparatur durch Kommunikationsprobleme nicht möglich.	ja	80
5.2.9 Gerätesoftware	Muss beim Einschalten angezeigt werden. Funktionsbeeinflussende Änderungen sind dem Prüfinstitut mitzuteilen.	Die Version der Gerätesoftware wird im Display angezeigt. Änderungen der Gerätesoftware werden dem Prüfinstitut mitgeteilt.	ja	82
5.3 Anforderungen an Messeinrichtungen für gasförmige Luftverunreinigungen				
5.3.1 Allgemeines	Mindestanforderungen gemäß VDI 4202 Blatt 1.	Die Prüfung erfolgte auf Basis der der Mindestanforderungen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010). Die Prüfpunkte 5.3.2, 5.3.7, 5.3.8, 5.3.11 und 5.3.12 werden daher auf Basis der Mindestanforderungen aus VDI 4202 Blatt 1 von 2002 bewertet (d.h. unter Verwendung der Bezugswerte B0, B1 und B2). Auf die Prüfung der Prüfpunkte 5.3.3, 5.3.4, 5.3.13 und 5.3.18 wird verzichtet, da diese Prüfpunkte für Staubmesseinrichtungen nicht relevant sind.	ja	84
5.3.2 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt	Die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt darf im Zertifizierungsbereich nach Tabelle der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Für PM: Maximal B_0.	Die Nachweisgrenze ermittelte sich aus den Untersuchungen zu 0,82 µg/m³ für Gerät 1 (SN 20006) und zu 0,82 µg/m³ für Gerät 2 (SN 20107).	ja	86
5.3.3 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt	Die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt darf im Zertifizierungsbereich nach Tabelle der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Nicht zutreffend.	-	88

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.3.4 Linearität (Lack-of-fit)	Der Zusammenhang zwischen dem Ausgangssignal und dem Wert des Luftbeschaffenheitsmerkmals muss mithilfe einer linearen Analysenfunktion darstellbar sein.	Für Staubmesseinrichtungen für PM10 ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.4.2 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ durchzuführen.	-	89
5.3.5 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks	Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Nicht zutreffend.	-	90
5.3.6 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Nicht zutreffend.	-	91
5.3.7 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	Der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Für PM: Nullpunktmesswert darf bei ΔTu um 15 K zwischen +5 °C und +20 °C bzw. um 20 K zwischen +20 °C und +40 °C B0 nicht überschreiten. Der Messwert im Bereich von B1 darf nicht mehr als ± 5 % bei ΔTu um 15 K zwischen +5 °C und +20 °C bzw. um 20 K zwischen +20 °C und +40 °C betragen.	Der zulässige Umgebungstemperaturbereich am Aufstellungsort der Messeinrichtung beträgt gemäß Gerätehersteller 8 °C bis 25 °C. Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur im Bereich 8 °C bis 25 °C auf den Nullpunkt von -2,3 µg/m³ festgestellt werden. Am Referenzpunkt konnten keine Abweichungen > 0,4 % zum Ausgangswert bei 20 °C ermittelt werden.	ja	92
5.3.8 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	Der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) nicht überschreiten Für PM: Messwertänderung bei B1 maximal B0 im Spannungsintervall (230 +15/-20) V	Durch Netzspannungsänderungen konnten keine Abweichungen > 0,4 % für PM10, bezogen auf den Startwert von 230 V, festgestellt werden.	ja	95

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.3.9 Querempfindlichkeit	Die Änderung des Messwerts aufgrund von Störeinflüssen durch die Querempfindlichkeit gegenüber im Messgut enthaltenen Begleitstoffen darf am Nullpunkt und am Referenzpunkt die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Nicht zutreffend.	-	97
5.3.10 Mittelungseinfluss	Für gasförmige Messkomponenten muss die Messeinrichtung die Bildung von Stundenmittelwerten ermöglichen. Der Mittelungseinfluss darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Nicht zutreffend.	-	98
5.3.11 Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	Die Standardabweichung aus Doppelbestimmungen ist mit zwei baugleichen Messeinrichtungen in der Feldprüfung zu ermitteln. Sie darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Für PM: RD ≥ 10 bezogen auf B1.	Die Reproduzierbarkeit für PM10 betrug im Feldtest für den Gesamtdatensatz 23.	ja	99
5.3.12 Langzeitdrift	Die Langzeitdrift am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf in der Feldprüfung die die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Für PM: Nullpunkt: In 24 Stunden und im Wartungsintervall maximal B0. Referenzpunkt: In 24 Stunden und im Wartungsintervall maximal 5 % von B1.	Die maximal gefundene Abweichung am Nullpunkt lag bei 1,5 µg/m³ bezogen auf den Vorgängerwert und bei 1,6 µg/m³ bezogen auf den Startwert und damit innerhalb der erlaubten Grenzen von B0 = 2 µg/m³. Die im Rahmen der Untersuchung ermittelten Werte für die Drift der Empfindlichkeit betrugen, bezogen auf den Vorgängerwert, maximal 1,3 % für PM10.	ja	101
5.3.13 Kurzzeitdrift	Die Kurzzeitdrift am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) in der Laborprüfung in 12 h (für Benzol in 24 h) und in der Feldprüfung in 24 h nicht überschreiten.	Nicht zutreffend.	-	107

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	ein-gehal-ten	Seite
5.3.14 Einstellzeit	Die Einstellzeit (Anstieg) der Messeinrichtung darf höchstens 180 s betragen. Die Einstellzeit (Abfall) der Messeinrichtung darf höchstens 180 s betragen. Die Differenz zwischen der Einstellzeit (Anstieg) und der Einstellzeit (Abfall) der Messeinrichtung darf maximal 10 % der Einstellzeit (Anstieg) oder 10 s betragen, je nachdem, welcher Wert größer ist.	Nicht zutreffend.	-	108
5.3.15 Differenz zwischen Proben- und Kalibriereingang	Die Differenz zwischen den Messwerten bei Aufgabe am Proben- und Kalibriereingang darf den Wert der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten	Nicht zutreffend.	-	109
5.3.16 Konverterwirkungsgrad	Bei Messeinrichtungen mit einem Konverter muss dessen Wirkungsgrad mindestens 98 % betragen.	Nicht zutreffend.	-	110
5.3.17 Anstieg der NO2-Konzentration durch Verweilen im Messgerät	Bei NO_x-Messeinrichtungen darf der Anstieg der NO_2-Konzentration durch Verweilen im Messgerät die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Nicht zutreffend.	-	111
5.3.18 Gesamtunsicherheit	Die erweiterte Messunsicherheit der Messeinrichtung ist zu ermitteln. Dieser ermittelte Wert darf die in Anhang A, Tabelle A1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) aufgeführten Vorgaben der anzuwendenden EU-Richtlinien zur Luftqualität nicht überschreiten.	Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant. Es wird auf das Modul 5.4.10 verwiesen.	-	112

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.4 Anforderungen an Messeinrichtungen für partikelförmige Luftverunreinigungen				
5.4.1 Allgemeines	Prüfung gemäß Mindestanforderungen der Tabelle 5 der Richtlinie VDI 4202, Blatt 1. Partikelmassenkonzentration muss auf definiertes Volumen bezogen sein.	Die Prüfung erfolgte gemäß der Mindestanforderungen der Tabelle 5 der Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 (September 2010). Die Messeinrichtung TEOM 1405-F Ambient Particle Monitor ist ein gravimetrisches Messgerät, welches die auf einem Filter abgeschiedene Masse mittels der oszillierenden Mikrowägung bestimmt. Die ermittelte Masse wird auf ein definiertes und aktiv geregeltes Probenahmevolumen bezogen und somit die Partikelmassenkonzentration bestimmt.	ja	113
5.4.2 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems	Zum Referenzverfahren nach DIN EN 12 341 [T2] ist nachzuweisen.	Die Referenz-Äquivalenzfunktionen liegen in den Grenzen des jeweiligen Akzeptanzbereiches. Weiterhin ist der Variationskoeffizient R^2 der berechneten Referenz-Äquivalenzfunktionen im betreffenden Konzentrationsbereich für die Datensätze „Gesamtdatensatz“, „Teddington (Winter)“ und „Köln (Winter)“ ≥ 0,95. Für die Datensätze „Teddington (Sommer)“ und „Bornheim (Sommer)“ liegt der Variationskoeffizient R^2 bei < 0,95. Beide Standorte zeichneten sich durch eine geringe Variation der Schwebstaubkonzentrationen aus. Die Äquivalenzprüfung gemäß 6.1 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge wird dennoch für alle Standorte erfüllt.	nein	114
5.4.3 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme	Ist im Feldtest nach DIN EN 12 341 [T2] für zwei baugleiche Probenahmesysteme nachzuweisen.	Der zweiseitige Vertrauensbereich Cl95 liegt mit maximal 2,57 µg/m³ unterhalb des geforderten Wertes von 5 µg/m³.	ja	121
5.4.4 Kalibrierung	Durch Vergleichsmessung im Feldtest mit Referenzverfahren nach DIN EN 12341 und DIN EN 14907; Zusammenhang zwischen Messsignal und gravimetrischer Referenzkonzentration als stetige Funktion ermitteln.	Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen dem Referenzmessverfahren und der Geräteanzeige konnte nachgewiesen werden.	ja	126

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	ein-gehal-ten	Seite
5.4.5 Querempfind-lichkeit	Maximal 10 % vom Grenzwert.	Es konnte kein Störeinfluss > 1,9 µg/m³ Abweichung vom Sollwert für PM10 durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte auf das Messsignal festgestellt werden. Während des Feldtestes konnte bei wechselnden relativen Luftfeuchten kein negativer Einfluss auf die Messwerte beobachtet werden. Die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren gemäß Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" [4] ist auch für Tage mit einer relativen Luftfeuchte > 70 % gegeben.	ja	128
5.4.6 Mittelungsein-fluss	Die Messeinrichtung muss die Bildung von 24 h-Mittelwerten ermöglichen. Die Summe aller Filterwechsel darf innerhalb von 24 h nicht mehr als 1 % dieser Mittelungszeit betragen.	Die Bildung von validen Tagesmittelwerten ist möglich.	ja	131
5.4.7 Konstanz des Probenahmevo-lumenstroms	± 3 % vom Sollwert während der Probenahmedauer; Momentanwerte ± 5 % vom Sollwert während der Probenahmedauer.	Alle ermittelten Tagesmittelwerte weichen weniger als ± 3 %, alle Momentanwerte weniger als ± 5 % vom Sollwert ab.	ja	132
5.4.8 Dichtheit des Probenahmesys-tems	Undichtigkeit maximal 1 % vom Probenahmevolumen.	Die vom Gerätehersteller implementierten Kriterien zum Bestehen der Dichtigkeitsprüfung – maximale Abweichung der Durchflusswerte bei blockiertem Einlass um maximal 0,15 l/min vom Nulldurchfluss beim PM10-Kanal sowie um maximal 0,60 l/min vom Nulldurchfluss beim Bypass-Kanal - erwiesen sich in der Prüfung als geeignete Kenngrößen zur Überwachung der Gerätedichtigkeit. Die Dichtigkeitsprüfung darf ausdrücklich nur unter Verwendung des Dichtigkeitsprüfungsassistenten durchgeführt werden, da es ansonsten zu Schäden am Gerät kommen kann.	ja	138

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen ubs	Ist im Feldtest gemäß Punkt 9.5.2.1 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ für zwei baugleiche Systeme zu ermitteln.	Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ubs liegt mit maximal 1,35 µg/m³ für PM10 unterhalb des geforderten Wertes von 2,5 µg/m³.	ja	141
5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge	Ermittelung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge gemäß den Punkten 9.5.2.2ff des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“.	Die ermittelten Unsicherheiten WCM liegen ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit Wdqo von 25 % für Feinstaub.	ja	147
5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen	Ist die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] festgelegte erweiterte relative Unsicherheit, ist eine Anwendung von Korrekturfaktoren zulässig. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen gemäß den Punkten 9.5.2.2ff. des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ erfüllen.	Die Prüflinge erfüllen während der Prüfung die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen schon ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren.	ja	160
5.5 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen	Müssen für jede Einzelkomponente im Simultanbetrieb aller Messkanäle erfüllt sein.	Nicht zutreffend.	-	165

2. Aufgabenstellung

2.1 Art der Prüfung

Im Auftrag der Thermo Fisher Scientific wurde von der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH eine Eignungsprüfung für die Messeinrichtung TEOM 1405F Ambient Particulate Monitor mit PM_{10} Vorabscheider vorgenommen. Die Prüfung erfolgte als vollständige Eignungsprüfung.

2.2 Zielsetzung

Die Messeinrichtung soll den Gehalt an PM_{10} Feinstaub in der Umgebungsluft im Konzentrationsbereich 0 bis 1000 µg/m³ bestimmen.

Die Eignungsprüfung war anhand der aktuellen Richtlinien zur Eignungsprüfung unter Berücksichtigung der neuesten Entwicklungen durchzuführen.

Die Prüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien:

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, September 2010 bzw. Juni 2002 [1]
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, September 2010 bzw. August 2004 [2]
- Europäische Norm EN 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM 10-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998 [3]
- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von Januar 2010 [4]

3. Beschreibung der geprüften Messeinrichtung

3.1 Messprinzip

Die Immissionsmesseinrichtung TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor basiert auf dem Messprinzip oszillierenden Mikrowägung.

Bei dem Wägeprinzip, das bei den TEOM Massenmesswertgebern in der Messeinrichtung TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor zum Einsatz kommt, resultiert die vom Sensor erfasste Massenänderung aus der Messung der Frequenzänderung des Schwingelements.

Das konisch zulaufende, sich verjüngende Element im Herzen des Massendetektors besteht aus einem Hohlrohr, das an einem Ende eingespannt ist und am anderen Ende frei schwingt. Auf dem frei schwingenden Ende ist der TEOM Filter angebracht. Der Probenahmestrom wird zunächst durch den Filter gesaugt und geht dann herunter durch das konisch verlaufende Schwingelement.

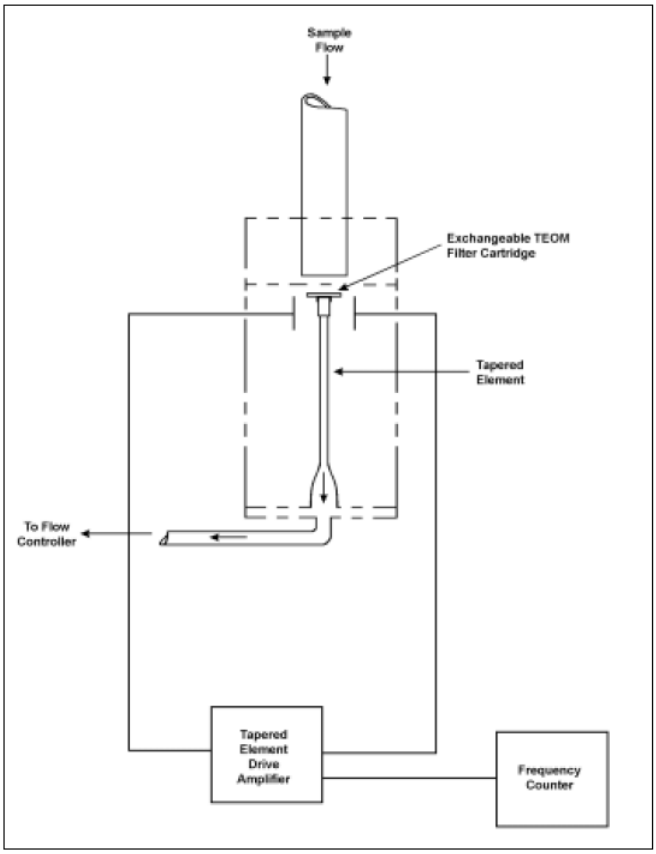


Abbildung 1: Schematischer Aufbau des Massenmesswertgebers

Das konisch zulaufende Element schwingt – ähnlich wie die Zinke einer Stimmgabel – genau in seiner Eigenfrequenz. Ein elektronischer Steuerkreis nimmt diese Schwingung wahr und führt durch positives Feedback dem System genügend Energie zu, um Verluste auszugleichen. Ein automatischer Verstärkungsregelkreis hält dabei die Schwingung auf einer konstanten Amplitude. Ein elektronischer Präzisionszähler misst die Schwingungsfrequenz in einer 10 Sekunden andauernden Probenahme.

Das konisch zulaufende Element ist im Wesentlichen ein hohler Auslegebalken mit einer dazugehörigen Federkonstante und Masse. Wird zusätzliche Masse hinzugefügt, nimmt – wie bei jedem Feder-Masse-System – die Frequenz der Schwingung ab. Dies kann man anschaulich erkennen, wenn man die Frequenz am Display des Gerätes beobachtet und das Gerät mit und ohne TEOM-Filter betreibt.

In einem Feder-Masse-System folgt die Frequenz der folgenden Gleichung:

$$F = \sqrt{\frac{K}{M}}$$

mit F = Frequenz

K = Federkonstante

M = Masse

K und M sind konsistente Einheiten. Das Verhältnis zwischen Massen- und Frequenzänderung kann wie folgt ausgedrückt werden:

$$dm = K_0\left(\frac{1}{f_1^2} - \frac{1}{f_0^2}\right)$$

mit dm = Masseänderung

K_0 = Federkonstante (inkl. der Massenumrechnung)

f_0 = Ausgangsfrequenz [Hz]

f_1 = Endfrequenz [Hz]

Stellt man die Gleichung um, so kann man nach der Federkonstante K_0 auflösen.

$$K_0 = \frac{dm}{\frac{1}{f_1^2} - \frac{1}{f_0^2}}$$

Demzufolge kann K_0 (= Kalibrierkonstante des Gerätes) leicht ermittelt werden, indem man die Frequenzen mit und ohne bekannte Masse misst (z.B. mit einem vorgewogenen TEOM-Filter aus dem K_0-Kalibrierkit).

3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung

Die Partikelprobe passiert mit einer Durchflussrate von 16,67 l/min (=1 m³/h) den PM_{10} Vorabscheider. Der Flow wird über einen Flowsplitter geleitet und in zwei Teilströme aufgeteilt – den PM_{10}–Flow von 3 l/min und den Bypass-Flow von 13,67 l/min. Der PM_{10}-Flow wird durch die FDMS-Einheit zum eigentlichen Messgerät TEOM 1405-F geleitet und dort auf dem TEOM-Filter (konstant beheizt auf 30°C) abgeschieden und die abgeschiedene Partikelmasse quantifiziert.

Um bei den Messungen sowohl nicht-flüchtige als auch flüchtige Staubbestandteile zu berücksichtigen, kommt die FDMS-Technologie zum Einsatz. Die FDMS-Einheit ist zwischen Flowsplitter und dem Messgerät TEOM 1405-F im sogenannten FDMS-Tower untergebracht. Die FDMS-Einheit kompensiert automatisch den Anteil der halbflüchtigen Partikel mit Hilfe eines Umschaltventils und zwei Betriebsmodi – dem Basismodus und dem Referenzmodus.

Alle sechs Minuten wechselt das Umschaltventil den Probenahmedurchfluss zwischen Basis- und Referenzmodus. Im Basismodus erfolgt die Probenahme auf geradem Wege über einen Trockner direkt zur Massenmessung. Im Referenzmodus wird der Luftstrom nach Durchgang des Trockners durch einen gekühlten Filter geleitet, um so den nichtflüchtigen und den flüchtigen Anteil an Partikeln aus der Probe zu entfernen und zurückzuhalten. Im Normalbetrieb wird die Temperatur des Kühlers auf konstant 4 °C gehalten.

Basierend auf den Massenkonzentrationsmessungen während der Basis- und Referenzmodi aktualisiert das FDMS-System alle sechs Minuten den 1h-Mittelwert der folgenden Ergebnisse:

Base-MC	=	Partikelkonzentration des partikelgeladenen Probenahmestroms
Ref-MC	=	Partikelkonzentration des partikelfreien Probenahmestroms nach Durchlauf durch den gekühlten Filter
MC	=	Base-MC bereinigt um Ref-MC Basis-Massenkonzentration (normalerweise positiv) minus Referenz-Massenkonzentration (negativ, falls sich Masse vom Filter verflüchtigt).

Im Anschluss an die Massenbestimmung werden die Probenahmeströme über die Massendurchflussregler geführt. Um einen konstanten Probenahmevolumenstrom am Inlet unter Berücksichtigung von Umgebungstemperatur und -druck sicherzustellen, muss die Volumenstromregelung im Modus „Aktive / Actual“ betrieben werden.

3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

Das Schwebstaubimmissionsmessgerät TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor basiert auf dem Messprinzip der oszillierenden Mikrowägung.

Die geprüfte Messeinrichtung besteht aus dem PM_{10}-Probenahmekopf, dem Flowsplitter, den jeweiligen Ansaugstangen, einem Stativ zur Abstützung der Probenahme, dem Messgerät TEOM 1405-F inkl. FDMS-Tower, der Vakuumpumpe, den jeweils zugehörigen Anschlussleitungen und -kabeln sowie Adaptern, der Dachdurchführung inkl. Flansch sowie dem Handbuch in deutscher Sprache.

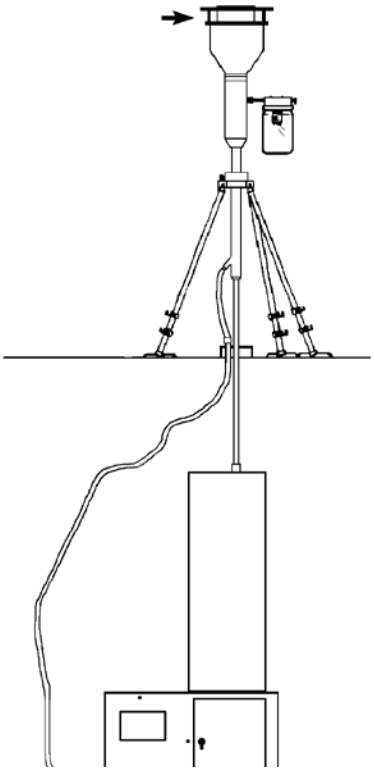


Abbildung 2: Überblick Gesamtsystem TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor

Abbildung 3: Amerikanischer PM_{10}-Probenahmekopf (Original Style, p/n 57-000596-0001) für TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor

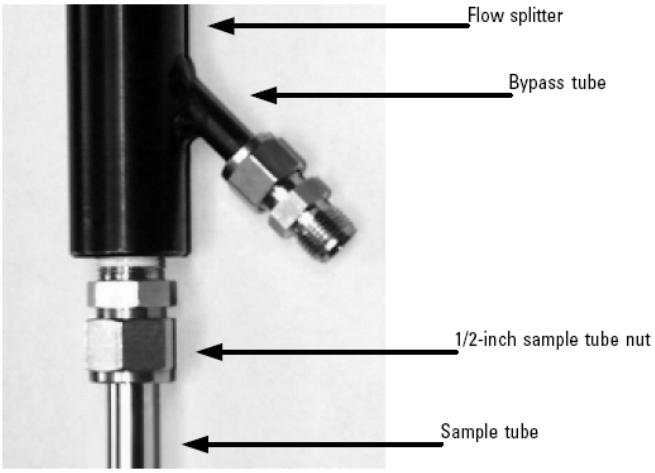


Abbildung 4: Flowsplitter

Abbildung 5: Messgerät TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor

Abbildung 6: Messgerät TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor (1. System von links) in Messstation

Abbildung 7: Vakuumpumpe (p/n 10-011413)

Die Bedienung des Messgerätes erfolgt über ein Touchscreendisplay an der Frontseite des Gerätes. Der Benutzer kann Messdaten und Geräteinformationen abrufen, Parameter ändern sowie Tests zur Kontrolle der Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung durchführen.

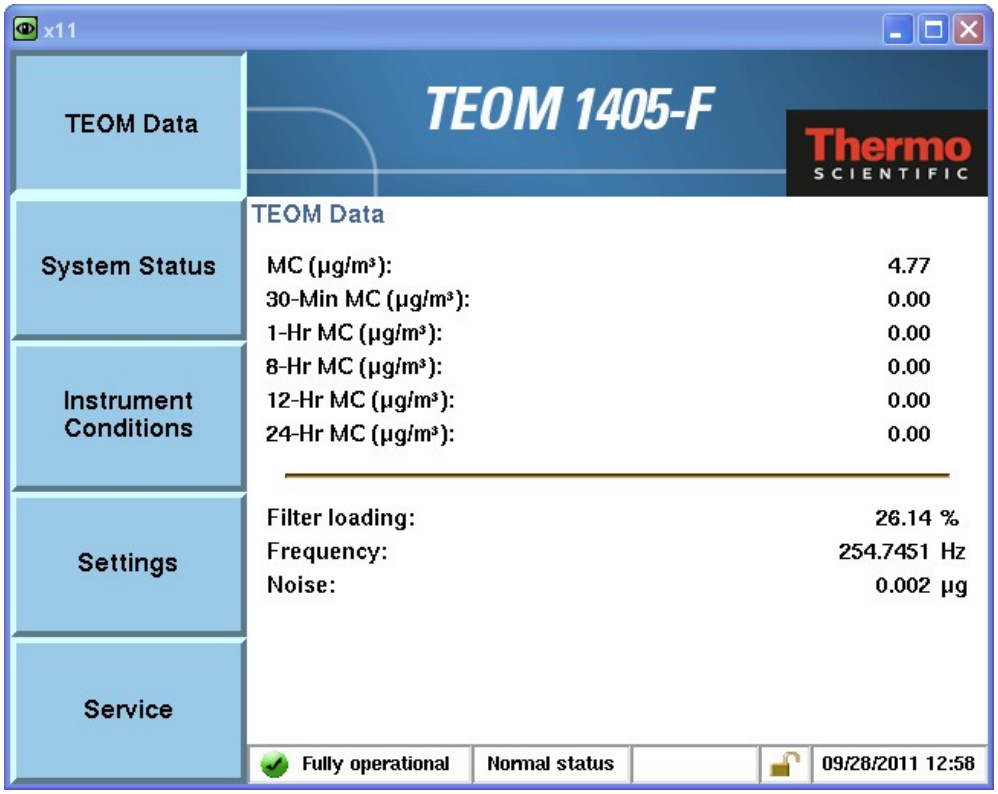


Abbildung 8: Hauptfenster der Benutzeranzeige

Auf der obersten Ebene liegt das Hauptfenster der Benutzeranzeige – hier sind die aktuelle Zeit, das aktuelle Datum, der Gerätestatus (Normal/Warnung), der aktuelle Betriebszustand (z.B. Fully operational, Stabilizing…), die Massenkonzentrationswerte (Aktuell (= gleitendes Stundenmittel, alle 6 min aktualisiert), 30 min (zur Zeit nicht implementiert), 1 h, 8 h, 12 h und 24 h-Mittelwerte), die Schwingfrequenz, das Rauschen der Massenmessung sowie die Beladung des TEOM-Filters angezeigt.

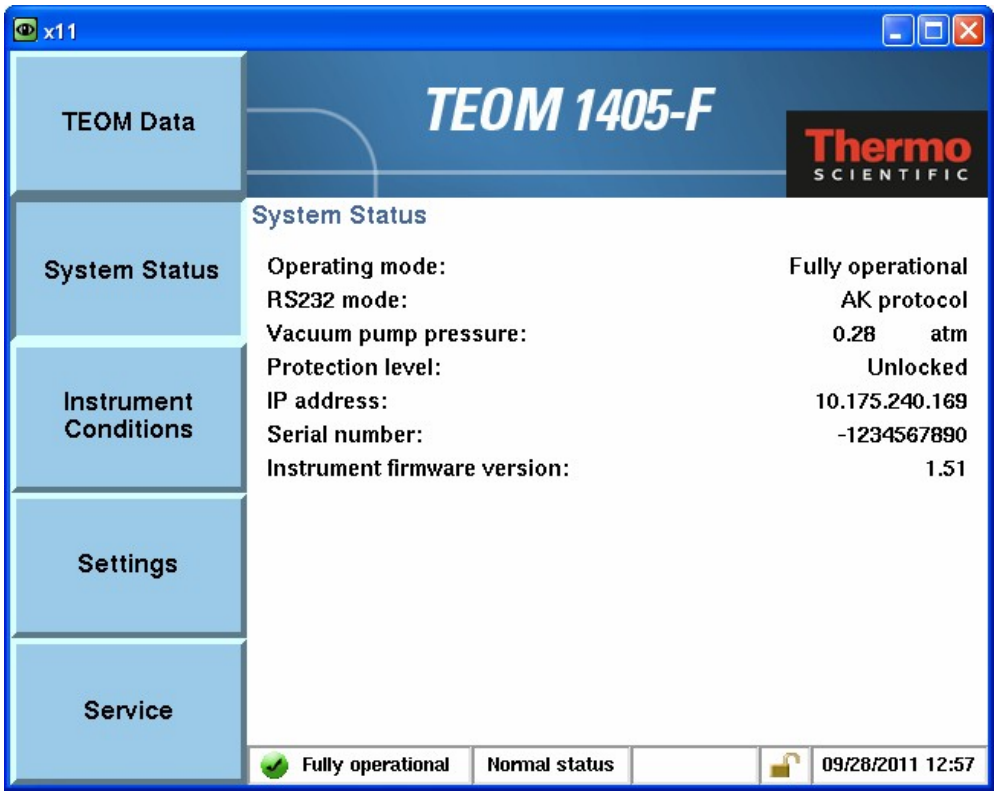


Abbildung 9: Menü: System Status (hier Softwareversion 1.51)

Im Menü „System Status“ können Statusinformationen zum Gerät eingesehen werden. An dieser Stelle kann auch die aktuelle Softwareversion eingesehen werden.

Anmerkung:

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion 1.51 durchgeführt (Stand 2009).

Während der Prüfung wurde die Software beständig bis zur Version 1.55 weiterentwickelt und optimiert. Bei den Entwicklungen wurden aufgetretene Probleme mit den Touchscreendisplays behoben, so gab es z.B. Probleme mit der Erreichbarkeit des Buttons „Reboot“ bei einem möglichen Geräteabsturz.

Es ist durch die durchgeführten Änderungen bis zur Version 1.55 kein Einfluss auf die Geräteperformance zu erwarten.

Im Falle von Warnmeldungen erscheint zudem ein zusätzlicher Button in der Displaymitte, nach dessen Betätigung man die aktuell anstehenden Warnungsmeldungen einsehen kann „View Warnings“. Des Weiteren erhält man jederzeit einen Überblick über die Warnungsmeldungen durch Antippen des dreieckigen Warnungssymbols rechts neben dem „TEOM Data“-Button.

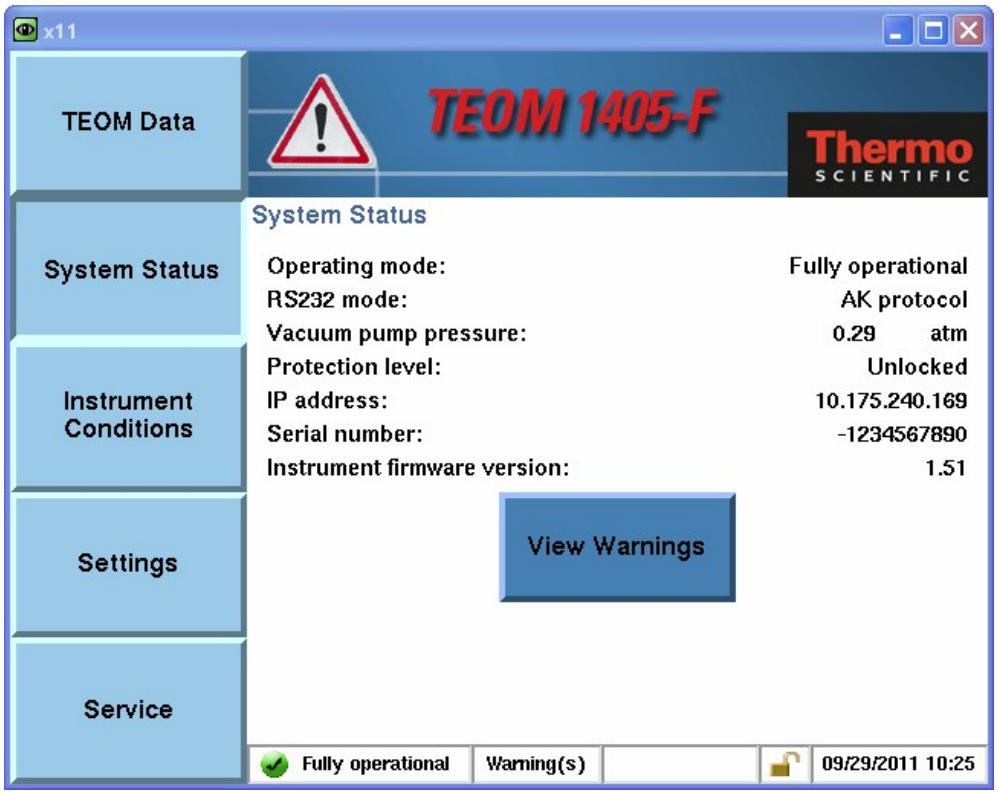


Abbildung 10: Anzeige Warnungsmeldung (dreieckiges Warnsymbol + Button „View Warnings“)

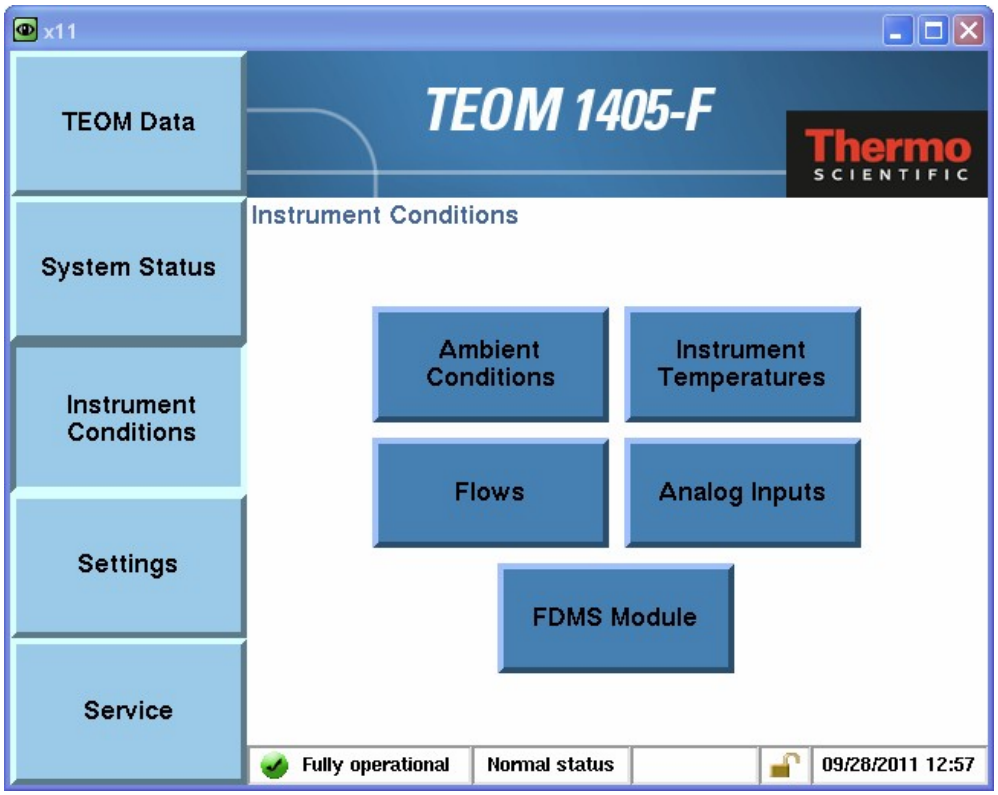


Abbildung 11: Menü: Instrument conditions

Im Menü „Instrument conditions“ kann der Benutzer verschiedene Einstellungen des Gerätes bzgl. Temperaturen und Durchflüssen kontrollieren und modifizieren sowie sich über die Umgebungsbedingungen des Gerätes informieren.

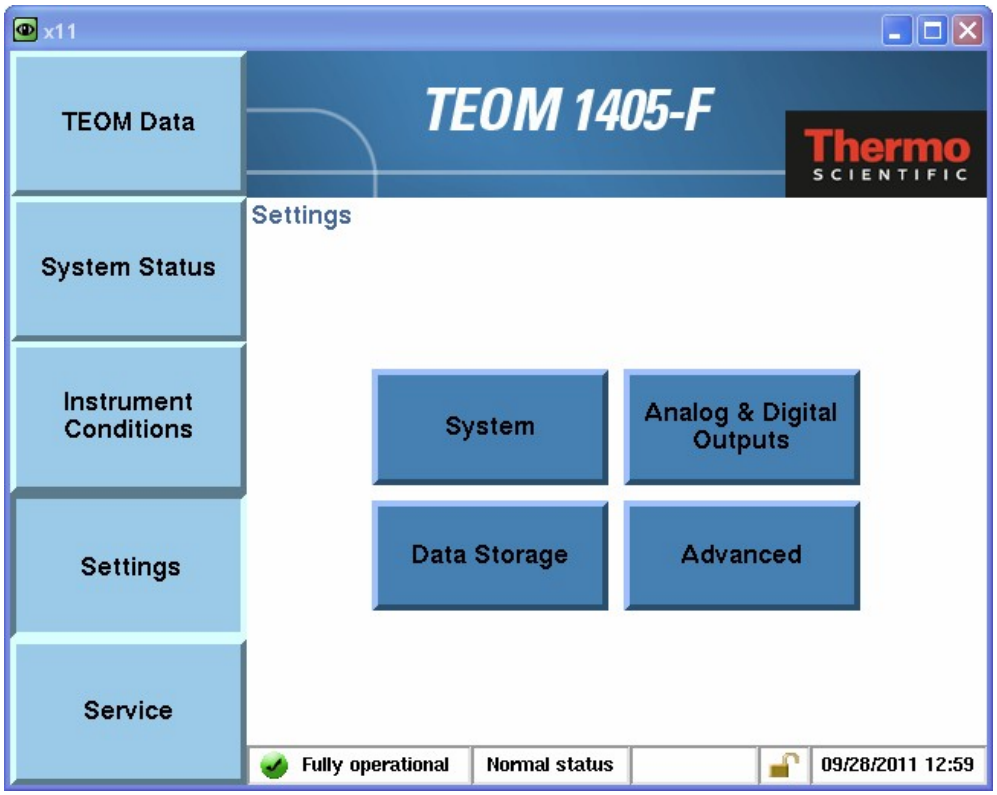


Abbildung 12: Menü: Settings

Im Menü „Settings“ hat der Benutzer Zugriff auf System-, Daten- und erweiterte Einstellungen. An dieser Stelle wird z.B. Datum/Zeit gesetzt, es kann ein Passwortschutz aktiviert werden, Analog- und Digitalausgänge können parametriert werden oder auch die im Gerät eingegebene Kalibrierkonstante K_0 angezeigt werden.

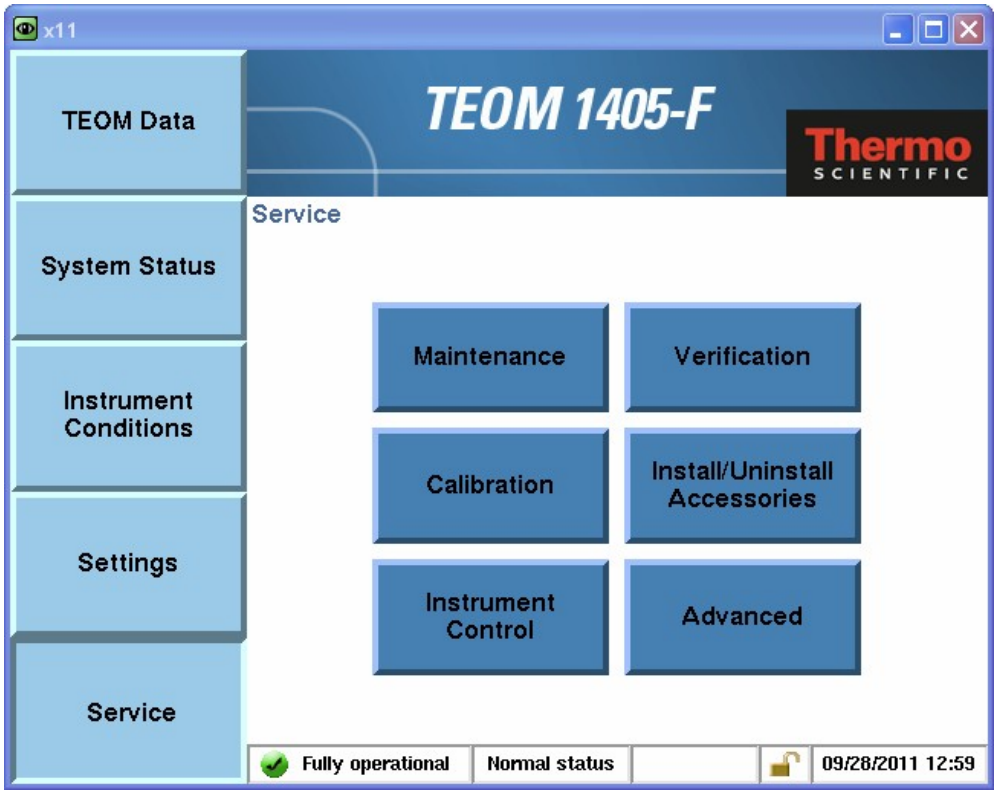


Abbildung 13: Menü: Service

Im Menü „Service“ können alle implementierten Prozeduren zur Gerätewartung (z.B. Austausch TEOM-Filter, Reinigung Kühler etc..), Geräteüberprüfung (Durchfluss, Dichtigkeitsprüfung, Überprüfung Kalibrierkonstante K_0…), Gerätekalibrierung (Durchfluss, Temperatur- und Drucksensoren) sowie weitere Funktionalitäten erreicht werden.

Durch Einsatz eines Wartungsassistenten in der Software wird es dem Benutzer ermöglicht, durch die Wartungs- und Auditarbeiten Schritt für Schritt über verschiedene Screens geleitet zu werden. Dadurch ist zur Durchführung dieser Arbeiten kein Handbuch vor Ort erforderlich.

Neben der direkten Kommunikation via Bedientasten/Display bestehen umfangreiche Möglichkeiten, über verschiedene Analogausgänge, RS232-Schnittstellen, USB-Schnittstellen sowie Ethernet-Schnittstelle zu kommunizieren.

Es stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- 1 x 25-pin USER I/O Schnittstelle für analogen In- und Output und digitalen Output.
- 1 x RS232 Schnittstelle zur Kommunikation via RP Comm oder Hyperterminal Software
- 1 x Ethernet-Schnittstelle zur Verbindung mit einem PC zur Datenübertragung und Fernsteuerung via ePort Software
- 2 x USB-Schnittstelle für direkten Datendownload und zum Update der Firmware

Zur externen Nullpunktsüberprüfung der Messeinrichtung sowie zur Überprüfung der Kalibrierkonstante K_0, wird ein Nullfilter am Geräteinlass montiert. Der Einsatz dieses Filters ermöglicht die Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft.

Abbildung 14: Nullfilter im Feldeinsatz

Mittels des vorhandenen Absperrventils lässt sich zudem mit dem Nullfilter auch eine Überprüfung der Dichtigkeit des Messsystems gemäß Handbuch Kapitel 3durchführen.

Zur Überprüfung der Kalibrierkonstante K_0 wird ein spezielles Filterkit mit vorgewogenen TEOM-Filtern verwendet.

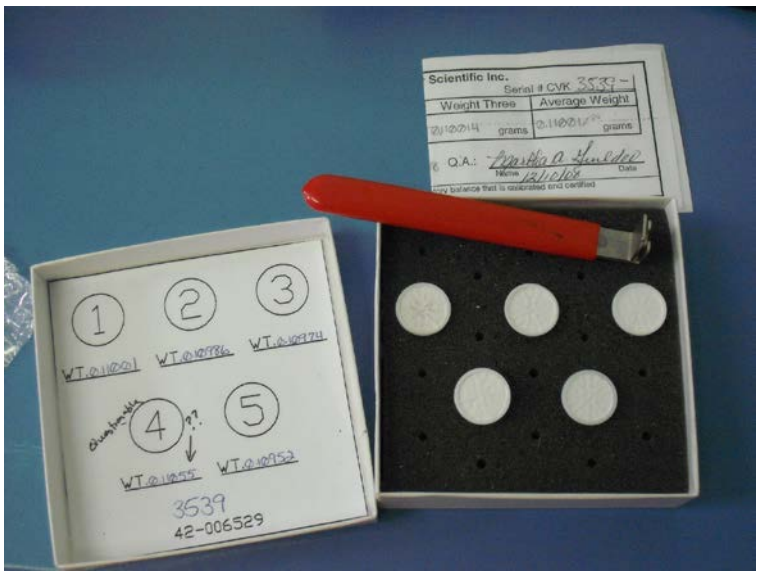


Abbildung 15: Filterset zur Überprüfung der Kalibrierkonstante K_0

Im Rahmen der Prüfung erfolgte nach dem Standort Teddington, Sommer eine Modifikation der Messeinrichtung von Konfiguration C nach D. Dabei wurden die folgenden Bauteile abgeändert:

Tabelle 2: Änderung Gerätekonfiguration nach Feldteststandort „Teddington, Sommer“

Nr.	Bauteil	Konfiguration C	Konfiguration D	Begründung	Bewertung
1	Scharnier „Massen-messwertgeber“	Belville Federring mit Scharnierblöcken	Kompressionsfeder	Vereinfachung in Fertigung	Kein Einfluss auf Geräteperformance
2	Verschluss „Massen-messwertgeber“	Verschluss mit Schrauben	Verschluss mit Schnappverschluss	Vereinfachung in Bedienbarkeit	Kein Einfluss auf Geräteperformance
3	Transportarretierung „Massenmesswertgeber“	Nicht vorhanden	Abnehmbare Platte verbindet „Massenmess-wertgeber“ mit Gehäuse	Zum Schutz des Gerätes beim Transport	Kein Einfluss auf Geräteperformance
4	Durchführung Probe-nahmerohr durch Ge-häusedecke	Elastomer-Dichtung	Schottverschraubung	Vereinfachung in Fertigung	Kein Einfluss auf Geräteperformance
5	Transportarretierung „Diverter valve“	Nicht vorhanden	Halterung verbindet „Di-verter valve“ mit Gehäu-se	Zum Schutz des Gerätes beim Transport	Kein Einfluss auf Geräteperformance
6	Verbindungskontruktion zwischen geschweißtem Probenahmerohr und Ventil	Swagelock + starre Teflonverschlauchung	Sorbothan - Dämpfung+ zusammengerollter Tef-lonschlauch	Höhere Flexibili-tät, Kompensati-on von Wärme-spannung im Material	Verbesserung Ge-räteperformance durch erhöhte Be-triebssicherheit.

Die Änderungen wurden nach Durchführung der beiden Feldteststandorte in England durchgeführt. In der nachfolgenden Laborprüfung sowie in den beiden Feldtestkampagnen in Deutschland konnte kein negativer Einfluss auf die Geräteperformance beobachtet werden.

Tabelle 3 enthält eine Auflistung wichtiger gerätetechnischer Kenndaten des Schwebstaubimmissionsmessgerätes TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor.

Tabelle 3: Gerätetechnische Daten TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor (Herstellerangaben)

Abmessungen / Gewicht	**TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor**
Messgerät	432 x 483 x 1400 mm / 33 kg (ohne Pumpe)
Probenahmerohr	ca. 0,3 m zwischen Inlet und Flow-Splitter + 1 m zwischen Flow-Splitter und Eingang Zentraleinheit
Probenahmekopf	US, Original Style
Energieversorgung	100/115/230 V, 50/60 Hz
Leistungsaufnahme	Ca. 100-130 W (Normalbetrieb), Zentraleinheit Ca. 550-600 W (Normalbetrieb), Pumpe
Umgebungsbedingungen	
Temperatur	+8 bis +25 °C
Feuchte	nicht kondensierend
Probenflussrate (Inlet)	16,67 l/min = 1 m³/h
Durchflussrate PM_{10}-Kanal Durchflussrate Bypass	3 l/min 13,67 l/min
Filtermaterial (TEOM)	Pallflex TX40
Massenmesswerte	MC gleitendes 1h-Mittel, alle 6 Minuten aktualisiert 1-Hr-MC gleitendes 1h-Mittel, alle 60 Minuten auf die volle Stunde aktualisiert 8-Hr-MC gleitendes 8h-Mittel, alle 60 Minuten auf die volle Stunde aktualisiert 12-Hr-MC gleitendes 12h-Mittel, alle 60 Minuten auf die volle Stunde aktualisiert 24-Hr-MC gleitendes 24h-Mittel, alle 60 Minuten auf die volle Stunde aktualisiert
Detektor	Massenmesswertgeber
Überprüfung	Kont.: Noise < 0,1 µg Frequenz im Bereich 150-400 Hz Diskont.: Überprüfung der Kalibrierkonstante K_O
Parameter Gerätetemperaturen	
Sollwert für nachfolgende Gerätetem-	

peraturen:	
Massenmesswertgeber Spitze	30 °C
Massenmesswertgeber Gehäuse	30 °C
PM_{10} Luftstrom	30 °C
Parameter FDMS	
Trockner-Modell	NAFION-Dryer, Typ C
Temperatur Trockner (Normalbedingungen):	4 °C
Taupunkt der Luftströme (Normalbedingungen):	bei >2 °C Warnmeldung
Pumpenvakuum:	> 510 mm Hg
Speicherkapazität Daten (intern)	500.000 Datensätze (>2000d bei Speicherung im 6-Minuten-Intervall)
Geräteeingänge und -ausgänge	1 x 25-pin USER I/O Schnittstelle für analogen In- und Output und digitalen Output 1 x RS232 Schnittstelle zur Kommunikation via RP Comm Software oder AK Protokoll 1 x Ethernet-Schnittstelle zur Verbindung mit einem PC zur Datenübertragung und Fernsteuerung via e-Port Software 2 x USB-Schnittstelle für direkten Datendownload und zum Update der Firmware
Statussignale / Fehlermeldungen	vorhanden, Übersicht siehe Anhang A des Bedienungshandbuch

4. Prüfprogramm

4.1 Allgemeines

Die Eignungsprüfung erfolgte an zwei identischen Geräten mit den Seriennummern SN 20006 und SN 20107.

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion 1.51 durchgeführt.

Während der Prüfung wurde die Software beständig bis zur Version 1.55 weiterentwickelt und optimiert. Bei den Entwicklungen wurden aufgetretene Probleme mit den Touchscreendisplays behoben, so gab es z.B. Probleme mit der Erreichbarkeit des Buttons „Reboot“ bei einem möglichen Geräteabsturz.

Es ist durch die durchgeführten Änderungen bis zur Version 1.55 kein Einfluss auf die Geräteperformance zu erwarten.

Die Prüfung umfasste einen Labortest zur Feststellung der Verfahrenskenngrößen sowie einen mehrmonatigen Feldtest an verschiedenen Feldteststandorten.

Alle ermittelten Konzentrationen werden in µg/m³ (Betriebsbedingungen) angegeben. Zusätzlich werden die PM_{10}-Konzentrationen zur Auswertung gemäß Richtlinie EN 12341 in Normbedingungen in µg/m³ angegeben (273 K, 101,3 kPa)

Im folgenden Bericht wird in der Überschrift zu jedem Prüfpunkt die Mindestanforderung gemäß den berücksichtigten Richtlinien [1, 2, 3, 4] mit Nummer und Wortlaut angeführt.

4.2 Laborprüfung

Die Laborprüfung wurde mit zwei identischen Geräten des Typs TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor mit den Seriennummern SN 20006 und SN 20107 durchgeführt. Nach den Richtlinien [1, 2] ergab sich folgendes Versuchsprogramm im Labor:

- Beschreibung der Gerätefunktionen
- Ermittlung der Nachweisgrenze
- Ermittlung der Abhängigkeit des Nullpunktes / der Empfindlichkeit von der Umgebungstemperatur
- Ermittlung der Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Netzspannung
- Überprüfung der Konstanz des Probenahmevolumenstroms

Folgende Geräte kamen für den Labortest zur Ermittlung der Verfahrenskenngrößen zum Einsatz:

- Klimakammer (Temperaturbereich von –20 °C bis +50 °C, Genauigkeit besser als 1 °C)
- Trennstelltrafo
- Nullfilter zur externen Nullpunktsüberprüfung
- K_0-Überprüfungskit

Die Aufzeichnung der Messwerte erfolgte geräteintern. Die gespeicherten Messwerte wurden via Datendownload über USB ausgelesen.

Die Ergebnisse der Laborprüfungen sind unter Punkt 6 zusammengestellt.

4.3 Feldtest

Der Feldtest wurde mit 2 baugleichen Messeinrichtungen durchgeführt. Dies waren:

Gerät 1: SN 20006
Gerät 2: SN 20107

Es ergab sich folgendes Prüfprogramm im Feldtest:

- Untersuchung der Vergleichbarkeit der Testgeräte gemäß Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”
- Untersuchung der Vergleichbarkeit des Testgerätes mit dem Referenzverfahren gemäß Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”
- Untersuchung der Konstanz des Probenahmevolumenstroms
- Ermittlung der Kalibrierfähigkeit, Aufstellung der Analysenfunktion
- Bestimmung der Reproduzierbarkeit
- Ermittlung der zeitlichen Änderung des Nullpunktes und der Empfindlichkeit
- Untersuchung der Dichtheit des Probenahmesystems
- Betrachtung der Abhängigkeit der Messwerte von der im Messgut enthaltenen Luftfeuchte
- Ermittlung des Wartungsintervalls
- Bestimmung der Verfügbarkeit
- Ermittlung der Gesamtunsicherheit der Testgeräte.

Für den Feldtest wurden folgende Geräte eingesetzt:

- Messcontainer des TÜV Rheinland, klimatisiert auf ca. 20 °C
- Wetterstation (WS 500 der Fa. ELV Elektronik AG) zur Erfassung meteorologischer Kenngrößen wie Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie der Regenmenge
- 2 Referenzmessgeräte LVS3 für PM_{10} gemäß Punkt 5
- 1 Gasuhr, trockene Bauart
- 1 Massendurchflussmesser Model 4043 (Hersteller: TSI)
- Messgerät zur Erfassung der Leistungsaufnahme Metratester 5 (Hersteller: Fa. Gossen Metrawatt)
- Nullfilter zur externen Nullpunktsüberprüfung
- K_0-Überprüfungskit.

Im Feldtest liefen jeweils für 24 h zeitgleich zwei TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor – Systeme und zwei Referenzgeräte PM_{10}. Das Referenzgerät arbeitet diskontinuierlich, d. h. nach erfolgten Probenahmen muss das Filter manuell gewechselt werden.

Die Impaktionsplatten der PM_{10}- Probenahmeköpfe der Referenzgeräte wurden in der Prüfung ca. alle 2 Wochen gereinigt und mit Silikonfett eingefettet, um eine sichere Trennung und Abscheidung der Partikel zu gewährleisten. Die PM_{10} Probenahmeköpfe der Prüflinge wurden ca. alle 4 Wochen gereinigt. Der Probenahmekopf muss prinzipiell nach den Anweisungen des Herstellers gesäubert werden, wobei die örtlichen Schwebstaubkonzentrationen in Betracht zu ziehen sind.

Bei den Prüflingen sowie bei den Referenzgeräten wurde der Durchfluss vor und nach jedem Standortwechsel mit einer trockenen Gasuhr bzw. mit einem Massendurchflussmesser, der über eine Schlauchleitung an der Lufteintrittsöffnung des Gerätes angeschlossen ist, überprüft.

Messstandorte und Messgerätestandorte

Die Messgeräte wurden im Feldtest so installiert, dass nur die Probenahmeköpfe und die Flowsplitter außerhalb des Messcontainers über dessen Dach eingerichtet sind. Die Zentraleinheiten der beiden Testgeräte waren im Innern des klimatisierten Messcontainers untergebracht. Die Referenzsysteme (LVS3) wurden komplett im Freien auf dem Dach installiert.

Der Feldtest wurde an folgenden Messstandorten durchgeführt:

Tabelle 4: Feldteststandorte

Nr.	Messstandort	Zeitraum	Charakterisierung
1	Teddington (UK), Winter	12/2009 – 03/2010	Städtischer Hintergrund
2	Teddington (UK), Sommer	04/2010 – 07/2010	Städtischer Hintergrund
3	Köln, Parkplatzgelände, Winter	01/2011 – 05/2011	Städtischer Hintergrund
4	Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer	07/2011 – 10/2011	Ländliche Struktur + Verkehrseinfluss

Abbildung 16 bis Abbildung 19 zeigen den Verlauf der PM_{10}-Konzentrationen an den Feldteststandorten, die mit den Referenzmesseinrichtungen aufgenommen wurden.

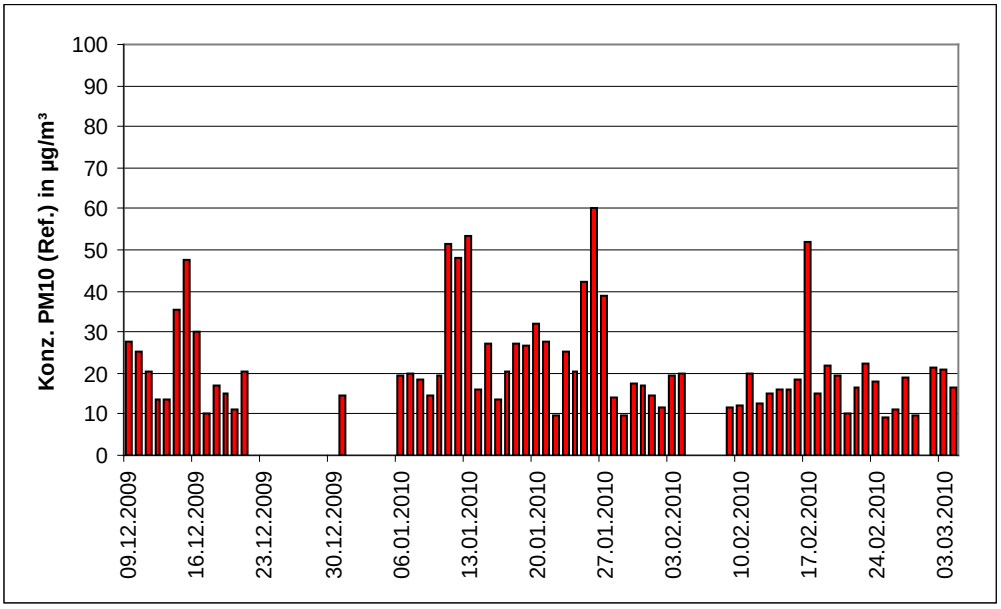


Abbildung 16: Verlauf der PM_{10}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“

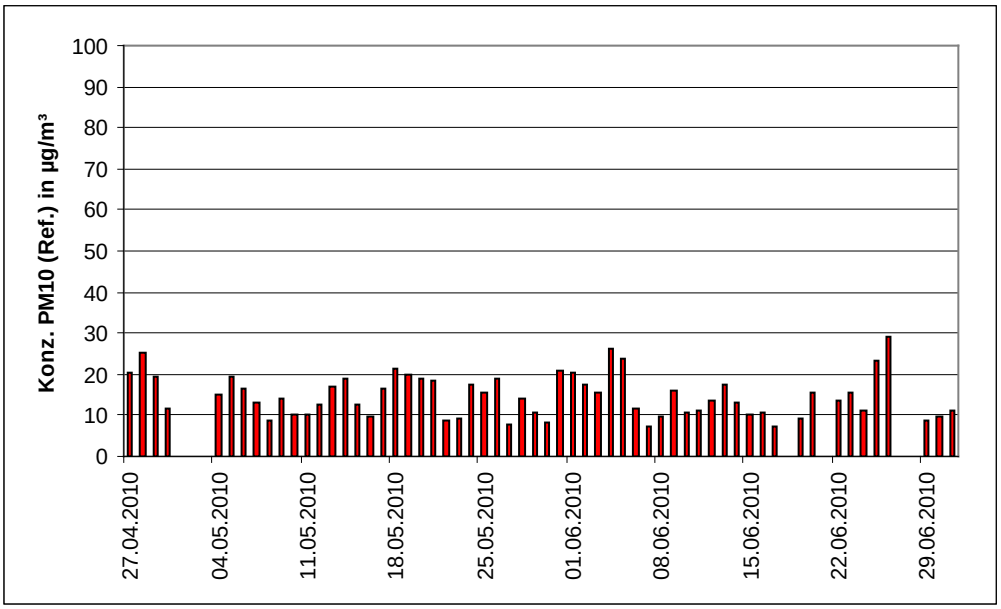


Abbildung 17: Verlauf der PM_{10}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“

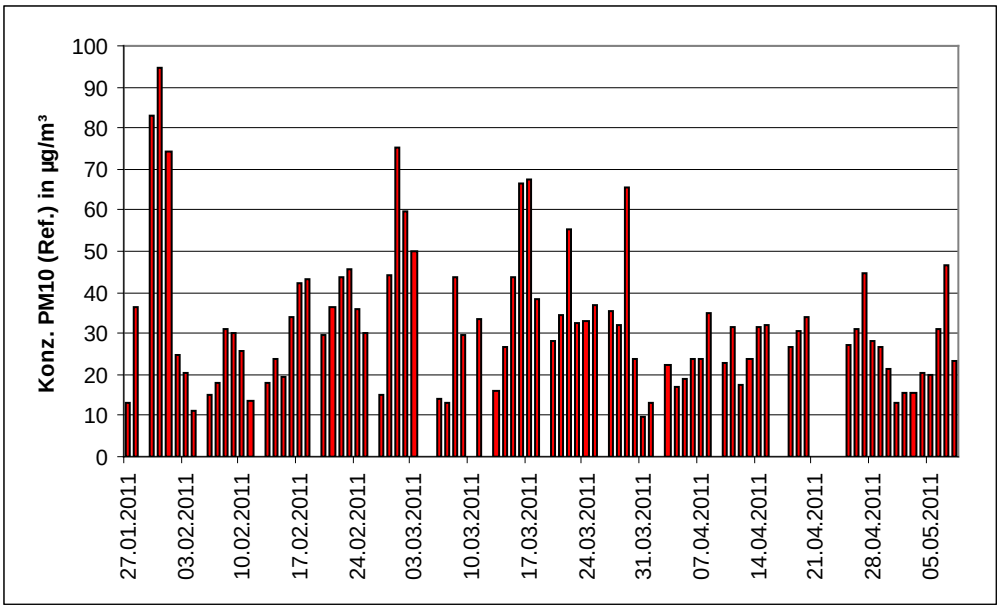


Abbildung 18: Verlauf der PM_{10}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Parkplatzgelände, Winter“

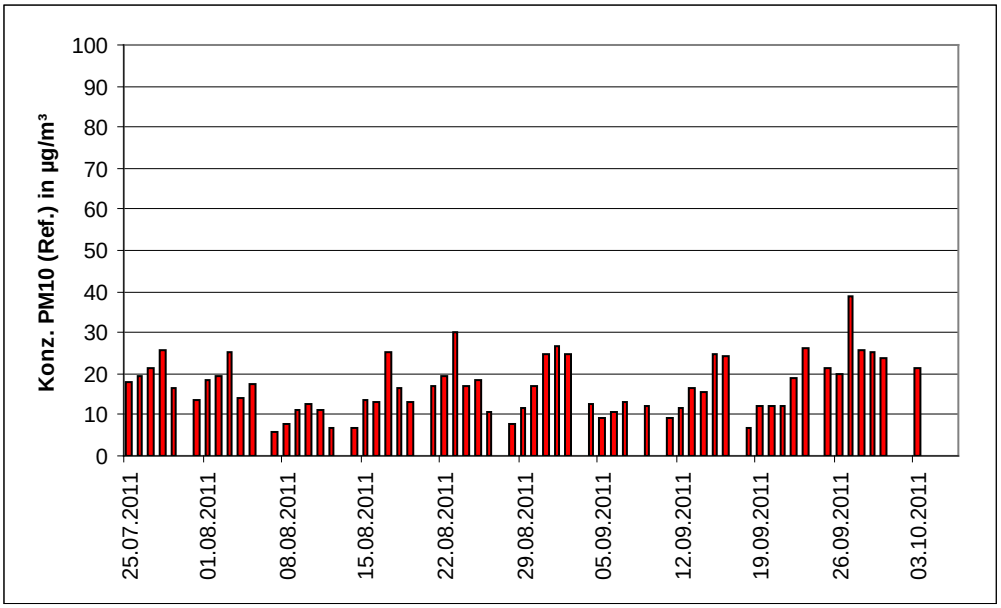


Abbildung 19: Verlauf der PM_{10}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer“

Die folgenden Abbildungen zeigen den Messcontainer an den Feldteststandorten Teddington, Köln (Parkplatzgelände) sowie Bornheim (Autobahnparkplatz).

Abbildung 20: Feldteststandort Teddington

Abbildung 21: Feldteststandort Köln, Parkplatzgelände

Abbildung 22: Feldteststandort Bornheim, Autobahnparkplatz

Neben den Messgeräten zur Bestimmung der Schwebstaubimmissionen war eine Erfassungsanlage für meteorologische Kenndaten am Container/Messort angebracht. Es erfolgte eine kontinuierliche Erfassung von Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie Niederschlagsmenge. Es wurden 30-min-Mittelwerte gespeichert.

Der Aufbau des Containers selbst sowie die Anordnung der Probenahmesonden wurden durch die folgenden Abmessungen charakterisiert:

- Höhe Containerdach: 2,50 m
- Höhe der Probenahme für Test-/ 1,10 m / 0,51 m über Containerdach
- Referenzgerät 3,61 / 3,01 m über Grund
- Höhe der Windfahne: 4,5 m über Grund

Die nachfolgende Tabelle 5 enthält daher neben einem Überblick über die wichtigsten meteorologischen Kenngrößen, die während der Messungen an den 4 Feldteststandorten ermittelt wurden, auch einen Überblick über die Schwebstaubverhältnisse während des Prüfzeitraumes. Alle Einzelwerte sind in den Anhängen 5 und 6 zu finden.

Tabelle 5: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, als Tagesmittelwerte

	Teddington (UK), Winter	Teddington (UK), Sommer	Köln, Parkplatzgelände Winter	Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer
Anzahl Wertepaare Referenz	67	59	83	59
Anteil $PM_{2,5}$ an PM_{10} [%]				
Bereich	38,8 – 90,6	30,2 – 92,3	38,8 – 93,5	24,1 – 70,6
Mittelwert	67,7	59,2	67,7	54,1
Lufttemperatur [°C]				
Bereich	-3,7 – 9,8	6,7 – 23,2	-3,8 – 22,1	13,2 – 24,5
Mittelwert	3,1	15,4	8,8	17,9
Luftdruck [hPa]				
Bereich	979 – 1037	997 – 1026	992 – 1031	996 – 1018
Mittelwert	1006	1012	1013	1007
Rel. Luftfeuchte [%]				
Bereich	62,9 – 98,3	43,9 – 86,7	34,2 – 94,2	53,8 – 86,9
Mittelwert	87,6	63,7	67	73,9
Windgeschwindigkeit [m/s]				
Bereich	0,0 – 2,5	0,1 – 2,3	0,3 – 7,1	0,3 – 2,9
Mittelwert	0,6	0,8	2,3	1,2
Niederschlagsmenge [mm]				
Bereich	0,0 – 23,1	0,0 – 9,4	0,0 – 33,0	0,0 – 51,7
Mittelwert	2,3	0,7	1,4	3,3

Dauer der Probenahmen

DIN EN 12341 legt die Probenahmedauer auf 24 h fest. Bei niedrigen Konzentrationen ist jedoch auch eine längere, bei höheren Konzentrationen eine kürzere Probenahmedauer zulässig.

Es wurde im Feldtest immer eine Probenahmezeit von 24 h für alle Geräte eingestellt (von 10:00 – 10:00 (Teddington und Köln) und von 7:00 – 7:00 (Bornheim.

Handhabung der Daten

Die ermittelten Messwertpaare der Referenzwerte aus den Felduntersuchungen wurden vor den jeweiligen Auswertungen für jeden Standort einem statistischen Ausreißertest nach Grubbs (99 %) unterzogen, um Auswirkungen von offensichtlich unplausiblen Daten auf das Messergebnis vorzubeugen. Als signifikante Ausreißer erkannte Messwertpaare dürfen dabei solange aus dem Wertepool entfernt, bis der kritische Wert der Prüfgröße unterschritten wurde. Die Version des Leitfadens [4] vom Januar 2010 verlangt, dass nur 2,5 % der Datenpaare als Ausreißer ermittelt und entfernt werden dürfen.

Im Rahmen des „Combined MCERTS and TUV PM Equivalence Testing“ Programms, wurde mit den englischen Projektpartnern vereinbart, dass für die Prüflinge prinzipiell keine Messwerte verworfen werden, es sei denn, es liegen begründbare technische Ursachen für unplausible Werte vor. Es wurden in der gesamten Prüfung keine Messwerte der Prüflinge verworfen.

Tabelle 6 zeigt eine Übersicht über die für jeden Einzelstandort als signifikante Ausreißer erkannte und entfernte Anzahl an Messwertpaaren (Referenz).

Tabelle 6: Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM_{10}

Nummer	Standort	Sammler	Anzahl Datenpaare	Maximale Anzahl Werte, die gelöscht werden dürfen	Gefundene Anzahl	Gelöschte Anzahl	Anzahl der verbliebenen Datenpaare
A	Teddington (Sommer)	PM_{10} KFG	61	2	2	2	59
B	Köln (Winter)	PM_{10} KFG	84	2	1	1	83
C	Bornheim (Sommer)	PM_{10} KFG	59	1	0	0	59
D	Teddington (Winter)	PM_{10} KFG	69	2	3	2	67

Es wurden folgende Wertepaare entfernt:

Tabelle 7: Entfernte Wertepaare Referenz PM_{10} nach Grubbs

Standort	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]
Teddington (Winter)	22.12.2009	32,7	34,3
Teddington (Winter)	05.01.2010	20,1	18,7
Teddington (Sommer)	21.06.2010	14,1	15,7
Teddington (Sommer)	28.06.2010	17,9	19,4
Cologne (Winter)	04.03.2011	83,3	87,5

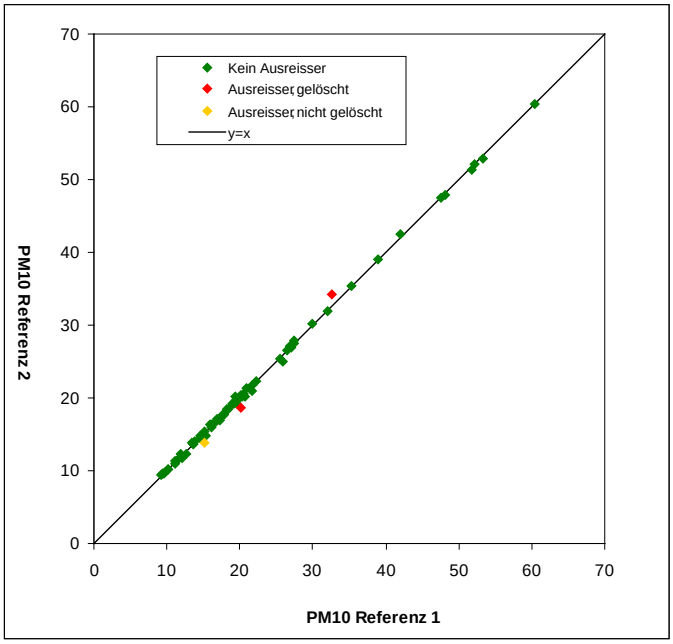


Abbildung 23: Grubbs Testergebnisse für das PM_{10} Referenzverfahren, Teddington (Winter)

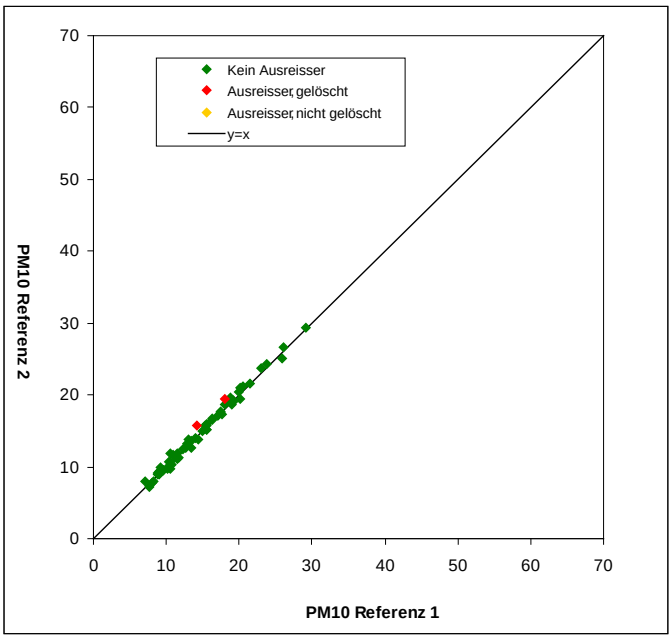


Abbildung 24: Grubbs Testergebnisse für das PM_{10} Referenzverfahren, Teddington (Sommer)

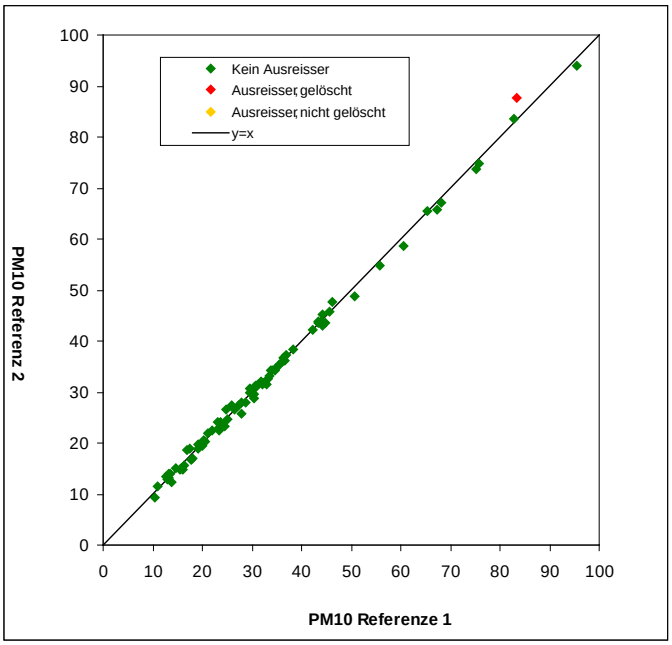


Abbildung 25: Grubbs Testergebnisse für das PM_{10} Referenzverfahren, Köln (Winter)

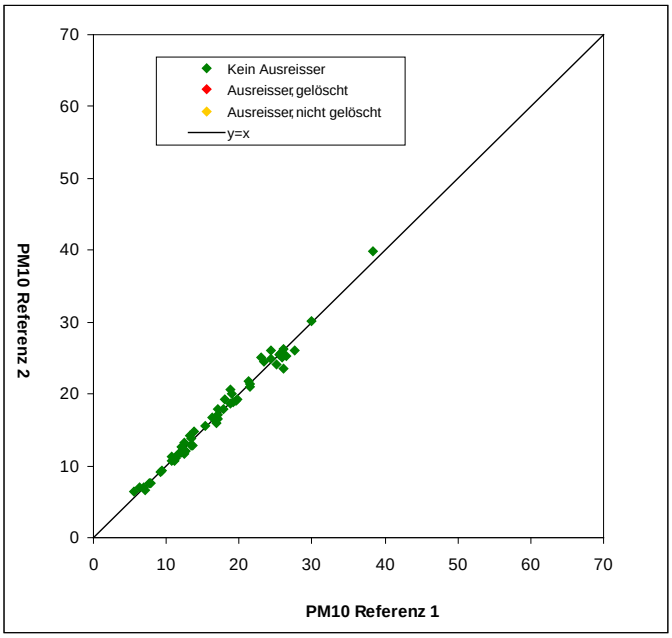


Abbildung 26: Grubbs Testergebnisse für das PM_{10} Referenzverfahren, Bornheim (Sommer)

Filterhandling - Massenbestimmung

Folgende Filter wurden in der Eignungsprüfung verwendet:

Tabelle 8: Eingesetzte Filtermaterialien

Messgerät	Filtermaterial, Typ	Hersteller
Referenzgeräte LVS3	Emfab™, ∅ 47 mm	Pall

Im Rahmen des Testprogramms „Combined MCERTS and TUV PM Equivalence Testing Programme“ wurde auf ausdrücklichen Wunsch der britischen Projektpartner das Filtermaterial Emfab™ (teflonbeschichtete Glasfaserfilter) eingesetzt, da der britische Partner laut [8] dieses Filtermaterial als das für die Messaufgabe am besten geeignete betrachtet.

Die Behandlung der Filter entspricht den Anforderungen der DIN EN 14907.

Die Verfahren zur Behandlung der Filter und zur Wägung sind im Detail im Anhang 2 zu diesem Bericht beschrieben.

5. Referenzmessverfahren

Im Rahmen des Feldtestes wurden gemäß der DIN EN 12341 folgende Geräte eingesetzt:

1. als Referenzgerät PM_{10}: Kleinfiltergerät Low Volume Sampler LVS3
   Hersteller: Ingenieurbüro Sven Leckel, Leberstraße 63, Berlin, Deutschland
   Herstelldatum: 2007
   PM_{10}-Probenahmekopf

Während der Prüfung wurden parallel jeweils zwei Referenzgeräte für PM_{10} mit einem geregelten Durchsatz von 2,3 m³/h betrieben. Die Volumenstromregelgenauigkeit beträgt unter realen Einsatzbedingungen < 1 % des Nennvolumenstroms.

Die Probenahmeluft beim Kleinfiltergerät LVS3 wird von der Drehschieber-Vakuumpumpe über den Probenahmekopf gesaugt, der Probeluft-Volumenstrom wird hierbei zwischen Filter und Vakuumpumpe mit einer Messblende gemessen. Die angesaugte Luft strömt von der Pumpe aus über einen Abscheider für den Abrieb der Drehschieber zum Luftauslass.

Nach beendeter Probenahme zeigt die Messelektronik das angesaugte Probeluftvolumen in Norm- oder Betriebs-m³ an.

Die PM_{10} Konzentration wurde ermittelt, in dem die im Labor gravimetrisch bestimmte Schwebstaubmenge auf dem jeweiligen Filter durch das zugehörige durchgesetzte Probeluftvolumen in Betriebs-m³ (bzw. Norm-m³ i.S. der EN 12341) dividiert wurde.

6. Prüfergebnisse

6.1 4.1.1 Messwertanzeige

Die Messeinrichtung muss eine Messwertanzeige besitzen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde überprüft, ob die Messeinrichtung eine Messwertanzeige besitzt.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige. Es werden folgende Werte angezeigt:

MC	Massenkonzentration, gleitendes 1h-Mittel, alle 6 Minuten aktualisiert
30-Min-MC	zurzeit nicht funktionstüchtig
1-Hr-MC	gleitendes 1h-Mittel, alle 60 Minuten auf die volle Stunde aktualisiert
8-Hr-MC	gleitendes 8h-Mittel, alle 60 Minuten auf die volle Stunde aktualisiert
12-Hr-MC	gleitendes 12h-Mittel, alle 60 Minuten auf die volle Stunde aktualisiert
24-Hr-MC	gleitendes 24h-Mittel, alle 60 Minuten auf die volle Stunde aktualisiert

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Abbildung 27 zeigt die Benutzeranzeige mit den aktuellen Konzentrationsmesswerten.

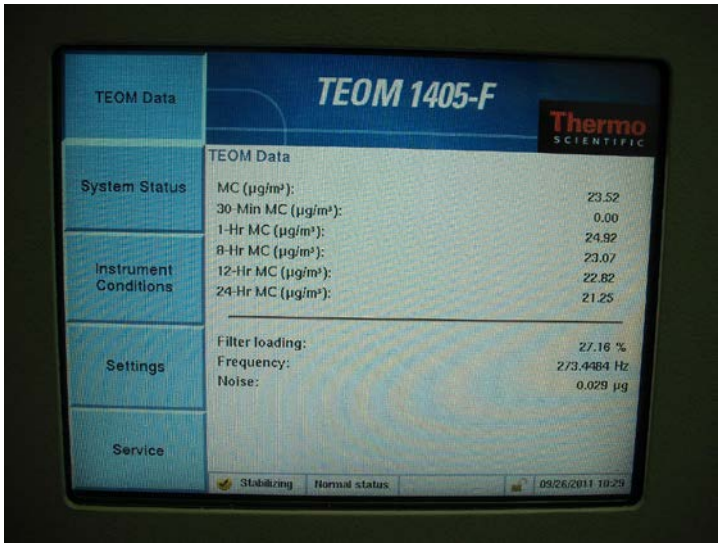


Abbildung 27: Messanzeige Konzentrationsmesswerte

6.1 4.1.2 Wartungsfreundlichkeit

Die notwendigen Wartungsarbeiten an der Messeinrichtung sollten ohne größeren Aufwand möglichst von außen durchführbar sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die notwendigen regelmäßigen Wartungsarbeiten wurden nach den Anweisungen der Betriebsanleitung ausgeführt.

6.4 Auswertung

Folgende Wartungsarbeiten sind vom Benutzer durchzuführen:

1. Überprüfung des Gerätestatus
   Der Gerätestatus kann durch Kontrolle der Messeinrichtung selbst oder auch on-line überwacht und kontrolliert werden.
2. Der Probenahmekopf muss prinzipiell nach den Anweisungen des Herstellers gesäubert werden, wobei die örtlichen Schwebstaubkonzentrationen in Betracht zu ziehen sind (in der Eignungsprüfung alle 4 Wochen).
3. Monatlicher Austausch des TEOM-Filters (oder falls eine Filterbeladung >90 % erreicht wird).
4. Zeitgleich mit dem Austausch des TEOM-Filters muss auch der gekühlte 47 mm-Filter der FDMS-Einheit ausgetauscht werden.
5. Eine Überprüfung der Sensoren für Umgebungstemperatur und Umgebungsdruck soll gemäß den Angaben des Herstellers monatlich erfolgen.
6. Eine Überprüfung der Dichtigkeit soll gemäß den Angaben des Herstellers monatlich erfolgen.
7. Eine Überprüfung der Durchflussrate soll gemäß den Angaben des Herstellers monatlich erfolgen.
8. Alle 6 Monate (oder nach Bedarf) sollen die Inline-Filter für PM_{10}- und Bypass-Luftpfad getauscht werden um eine Verschmutzung der Durchflussregler zu vermeiden.
9. Einmal im Jahr (oder nach Bedarf) sind der Kühler, das Umschaltventil und das Lufteinlass-System zu reinigen.
10. Einmal jährlich ist die Kalibrierung des Massenmesswertgebers mit Hilfe des K_0-Überprüfungskits zu überprüfen.
11. Der Trockner in der FDMS-Einheit ist einmal jährlich oder nach Bedarf auszutauschen bzw. zu überholen. Der Hersteller empfiehlt zur Überwachung / Sicherstellung einer korrekten Trocknerperformance das Pumpenvakuum (Soll: > 510 mm Hg) und den Taupunkt des Luftstroms (Soll: <2°C bei 4°C Kühlertemperatur) zu überwachen sowie periodisch (mindestens einmal jährlich) Nullpunktsuntersuchungen (Betrieb der Messeinrichtung mit Nullfilter am Einlass) durchzuführen.
12. Alle 18 Monate oder nach Bedarf muss die Probenahmepumpe gewartet bzw. erneuert werden.

Zur Durchführung der Wartungsarbeiten sind die Anweisungen im Handbuch (Kapitel 5) zu beachten. Alle Arbeiten lassen sich grundsätzlich mit üblichen Werkzeugen durchführen.

6.5 Bewertung

Wartungsarbeiten sind mit üblichen Werkzeugen und vertretbarem Aufwand von außen durchführbar. Für die Arbeiten gemäß den Punkten 3, 4, 6 und 10 wird das Gerät in den Setup-Modus geschaltet. Eine Wiederaufnahme des regulären Messbetriebs erfolgt dann ca. 1 Stunde nach Beendigung der Untersuchungen und Verlassen des Setup-Modus. Die Arbeiten für die Punkte 8, 9, 11 und 12 sind nur bei Außerbetriebnahme des Gerätes durchzuführen. Diese Arbeiten fallen halbjährlich bzw. jährlich an. Ansonsten Zeit kann sich die Wartung im Wesentlichen auf die Kontrolle von Verschmutzungen, Plausibilitätschecks und etwaigen Status-/Fehlermeldungen beschränken.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Arbeiten an den Geräten wurden während der Prüfung auf Basis der in den Handbüchern beschriebenen Arbeiten und Arbeitsabläufe durchgeführt. Bei Einhaltung der dort beschriebenen Vorgehensweise konnten keine Schwierigkeiten beobachtet werden. Alle Wartungsarbeiten ließen sich bisher problemlos mit herkömmlichen Werkzeugen durchführen.

6.1 4.1.3 Funktionskontrolle

Soweit zum Betrieb oder zur Funktionskontrolle der Messeinrichtung spezielle Einrichtungen erforderlich sind, sind diese als zum Gerät gehörig zu betrachten und bei den entsprechenden Teilprüfungen einzusetzen und mit in die Bewertung aufzunehmen.
Zur Messeinrichtung gehörende Prüfgaserzeugungssysteme müssen der Messeinrichtung ihre Betriebsbereitschaft über ein Statussignal anzeigen und über die Messeinrichtung direkt sowie auch telemetrisch angesteuert werden können.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bedienungshandbuch, Nullfilter, K_0-Überprüfungskit.

6.3 Durchführung der Prüfung

Der Gerätestatus der Messeinrichtung wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Warnungsmeldungen angezeigt. Für die korrekte Performance wichtige Kenngrößen (z.B. Noise der Massenmessung, Durchflüsse, Pumpenvakuum, Taupunkt der Luftprobe) können zudem entweder am Gerät selbst eingesehen werden oder bei der Datenaufzeichnung kontinuierlich mitgeloggt werden.

Es besteht die Möglichkeit, den Nullpunkt der Messeinrichtung extern zu überprüfen. Hierzu wird ein Nullfilter am Geräteinlass montiert. Der Einsatz dieses Filters ermöglicht die Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft.

Im Rahmen der Prüfung wurde ca. alle 4 Wochen eine Bestimmung des Nullpunktes auch mit Hilfe des Nullfilters durchgeführt.

Es besteht zudem die Möglichkeit, die Kalibrierkonstante der Massenmessung extern zu überprüfen. Hierzu wird mit Hilfe des K_0-Überprüfungskits die Kalibrierkonstante ermittelt und kann mit dem im Gerät hinterlegten Sollwert verglichen.

Im Rahmen der Prüfung wurde jeweils zu Beginn und zum Ende eines eine Bestimmung der Kalibrierkonstante K_0 durchgeführt.

6.4 Auswertung

Alle im Bedienungshandbuch aufgeführten Gerätefunktionen sind vorhanden oder aktivierbar. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Warnungsmeldungen angezeigt.

Eine externe Überprüfung des Nullpunktes ist mit Hilfe des Nullfilters jederzeit möglich. Eine externe Überprüfung des Massenmesswertgebers ist Hilfe des K_0-Überprüfungskits ebenfalls jederzeit möglich

6.5 Bewertung

Alle im Bedienungshandbuch beschriebenen Gerätefunktionen sind vorhanden, aktivierbar und funktionieren. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Warnungsmeldungen angezeigt.

Die Ergebnisse der externen Nullpunktsüberprüfungen mit Nullfilter über die Dauer der Felduntersuchungen sowie der periodisch durchgeführten Überprüfungen der Kalibrierkonstante K_0 sind im Kapitel 6.1 5.3.12 Langzeitdrift in diesem Bericht dargestellt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe unter dem Punkt:
6.1 5.3.12 Langzeitdrift

6.1 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten

Die Rüst- und Einlaufzeiten der Messeinrichtung sind in der Betriebsanleitung anzugeben.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung dieser Mindestanforderung wurde zusätzlich eine Uhr bereitgestellt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messinstrumente wurden nach den Beschreibungen des Geräteherstellers in Betrieb genommen. Die erforderlichen Zeiten für Rüst- und Einlaufzeit wurden getrennt erfasst.

Erforderliche bauliche Maßnahmen im Vorfeld der Installation, wie z. B. die Einrichtung eines Durchbruchs im Containerdach, wurden hier nicht bewertet.

6.4 Auswertung

Die Rüstzeit umfasst den Zeitbedarf für den Aufbau der Messeinrichtung bis zur Inbetriebnahme.

Das Messsystem muss witterungsunabhängig installiert werden, z. B. in einem klimatisierten Messcontainer. Zudem erfordert die Durchführung des Ansaugrohres durch das Dach umfangreichere bauliche Maßnahmen am Messort. Ein ortsveränderlicher Einsatz wird daher nur zusammen mit der zugehörigen Peripherie angenommen.

Folgende Schritte zum Aufbau der Messeinrichtung sind grundsätzlich erforderlich:

- Entpacken und Aufstellung der Messeinrichtung (in Rack oder auf Tisch)
- Installation Probenahmerohre, Flowsplitter, Stativ und PM_{10}-Probenahmekopf
- Anschluss der Pumpe
- Umgebungstemperatursensor montieren (in die Nähe des Probenahmekopfes)
- Anschluss aller Verbindungs-, Steuerungsleitungen
- Anschluss der Energieversorgung
- Einschalten der Messeinrichtung
- Durchführung einer Dichtigkeitsprüfung
- Installation des TEOM-Filters sowie des 47 mm-Filters
- Überprüfung der Geräteeinstellung bzgl. Durchflussregelung (hier: Active/Actual), Datum und Zeit sowie der Parametrierung der korrekten Kalibrierkonstante K_0
- Überprüfung der Sensoren für Umgebungstemperatur- und druck sowie der Durchflussrate
- optional Anschluss von peripheren Erfassungs- und Steuerungssystemen (Datalogger, PC mit ePort, RPComm oder Hyperterminal) an die entsprechenden Schnittstellen.

Die Durchführung dieser Arbeiten und damit die Rüstzeit beträgt ca. 2 Stunden.

Die Einlaufzeit umfasst den Zeitbedarf von der Inbetriebnahme der Messeinrichtung bis zur Messbereitschaft.

Nach dem Einschalten des Systems befindet sich die Messeinrichtung bis zum Erreichen eines stabilisierten Zustands bezüglich der Gerätetemperaturen in der Stabilisierungsphase („Stabilizing“). Die Dauer der Stabilisierungsphase ist abhängig von den Umgebungsbedingungen am Aufstellort und vom thermischen Gerätezustand beim Einschalten. Im Rahmen der Eignungsprüfung lagen die Stabilisierzeiten zwischen 30 min und 90 min. Nach Erreichen des stabilen Zustands beginnt das Gerät mit dem Sammeln der ersten Daten („Collecting Data“). Diese Daten werden aber noch nicht zur Ermittlung der Massenkonzentrationen herangezogen. Dem Sammeln der ersten Daten schließt sich die erste Datenberechnung („Computing Data“) an. Danach ist das Gerät voll betriebsbereit („Fully operational“). Die Zwischenschritte „Collecting Data“ und „Computing Data“ nehmen eine Stunde in Anspruch. Danach liefert das Gerät die gleitenden 1h-Mittelwerte der Massenkonzentrationen, welche alle 6 Minuten aktualisiert werden.

Falls erforderlich, können etwaige Änderungen der Grundparametrierungen der Messeinrichtungen ebenfalls in wenigen Minuten durch mit den Geräten vertrautes Personal durchgeführt werden, allerdings wird der normale Messbetrieb hierzu unterbrochen und das Gerät in den Setup-Modus geschaltet.

6.5 Bewertung

Die Rüst- und Einlaufzeiten wurden ermittelt.

Die Messeinrichtung kann, bei überschaubarem Aufwand, an unterschiedlichen Messstellen betrieben werden. Die Rüstzeit beträgt ca. 2 Stunden und die Einlaufzeit je nach notwendiger Stabilisierungszeit 1,5 – 2,5 Stunden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 4.1.5 Bauart

Die Betriebsanleitung muss Angaben des Herstellers zur Bauart der Messeinrichtung enthalten. Im Wesentlichen sind dies:
Bauform (z. B. Tischgerät, Einbaugerät, freie Aufstellung)
Einbaulage (z. B. horizontaler oder vertikaler Einbau)
Sicherheitsanforderungen
Abmessungen
Gewicht
Energiebedarf.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung wird eine Messeinrichtung zur Erfassung des Energieverbrauchs und eine Waage eingesetzt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Der Aufbau der übergebenen Geräte wurde mit der Beschreibung in den Handbüchern verglichen. Der angegebene Energieverbrauch wird über 24 h im Normalbetrieb während des Feldtests bestimmt.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung muss in horizontaler Einbaulage (z.B. auf einem Tisch oder in einem Rack) witterungsunabhängig installiert werden. Die Temperatur am Aufstellungsort muss im Bereich von 8 °C bis 25 °C mit relativ geringen Temperaturschwankungen (maximal 2 °C pro Stunde) liegen (keine direkte Sonneneinstrahlung, keine unmittelbare Exposition zu Heizung oder Klimaanlage).

Die Abmessungen und Gewichte der Messeinrichtung stimmen mit den Angaben aus dem Bedienungshandbuch überein.

Der Energiebedarf der Messeinrichtung mit der eingesetzten Pumpe wird vom Hersteller mit maximal ca. 100-130 W für das Messgerät und ca. 550-600 Watt für die Pumpe angegeben. In einem 24stündigen Test wurde der Gesamtenergiebedarf der Messeinrichtung ermittelt. Zu keinem Zeitpunkt wurde bei dieser Untersuchung der angegebene Wert überschritten.

6.5 Bewertung

Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Angaben zur Bauart sind vollständig und korrekt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 4.1.6 Unbefugtes Verstellen

Die Justierung der Messeinrichtung muss gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen gesichert werden können.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Bedienung des Messgerätes erfolgt über ein frontseitiges Touchscreendisplay oder über RS232- bzw. Ethernetschnittstelle von einem externen Rechner aus.

Eine Veränderung von Parametern oder die Justierung von Sensoren ist nur über mehrere Tastenfolgen möglich.

Die Messeinrichtung verfügt über folgende Levels des Passwortschutzes:

Low Lock Modus:

In diesem Modus kann der Bediener alle Geräteansichten einsehen und den Betriebsmodus ändern um einen Filterwechsel durchzuführen.

High Lock Modus:

In diesem Modus kann der Bediener nur die Ansicht „TEOM-Data“ einsehen.

Da eine Aufstellung des Messgerätes im Freien nicht möglich ist, erfolgt ein zusätzlicher Schutz durch die Aufstellung an Orten, zu denen Unbefugte keinen Zutritt haben (z. B. verschlossener Messcontainer).

6.4 Auswertung

Unbeabsichtigtes Verstellen von Geräteparametern kann durch den Passwortschutz verhindert werden. Auch ohne Passwortschutz kann eine Veränderung von Parametern oder die Justierung von Sensoren nur über mehrere Tastenfolgen erfolgen. Ferner ergibt sich ein zusätzlicher Schutz vor unbefugtem Eingriff durch die Installation in einem verschlossenen Messcontainer.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung ist gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen von Geräteparametern gesichert. Die Messeinrichtung ist darüber hinaus in einem Messcontainer zu verschließen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 4.1.7 Messsignalausgang

Die Messsignale müssen digital (z. B. RS 232) und/oder analog (z. B. 4 mA bis 20 mA) angeboten werden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

PC mit Software „ePort“

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte unter Verwendung eines PC mit Software „ePort“ (via Ethernet).

Die Messeinrichtung wurde über Ethernet an einen PC angeschlossen und die Daten auf einen PC downgeloaded. Parallel wurden (wie üblich während der Prüfung) die Daten über die USB-Schnittstelle auf einen USB-Stick gezogen Die Prüfung erfolgte durch Vergleich der beiden Datensätze.

Die Messeinrichtung verfügt darüber hinaus auch über die Möglichkeit der Ausgabe von Analogsignale (maximal 8 Analogausgänge) sowie über die Ausgabe der Messsignale / Kommunikation via serielle Schnittstelle RS 232 (AK Protokoll, Software z.B. RPComm oder hyperTerminal).

6.4 Auswertung

Die Messsignale werden auf der Geräterückseite folgendermaßen angeboten:

Analog:	0-1 bzw. 5 V	Konzentrationsbereich wählbar
Digital:	Ethernet mit Software „ePort“	
	RS 232-Schnittstelle, AK Protokol	
	USB	

Die übertragenen Messwerte via Ethernet entsprechen den über USB-Schnittstelle downgeloadeden Daten.

6.5 Bewertung

Die Messsignale werden analog (0-1 bzw. 5 V) und digital (über Ethernet, RS 232, USB) angeboten.

Der Anschluss von zusätzlichen Mess- und Peripheriegeräten ist über entsprechende Anschlüsse an den Geräten möglich (z.B. Analogeingänge).

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Abbildung 28 zeigt eine Ansicht der Geräterückseite mit den jeweiligen Messwertausgängen.

Abbildung 28: Ansicht Geräterückseite TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor

6.1 5.1 Allgemeines

Herstellerangaben der Betriebsanleitung dürfen den Ergebnissen der Eignungsprüfung nicht widersprechen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Ergebnisse der Prüfungen werden mit den Angaben im Handbuch verglichen.

6.4 Auswertung

Die gefundenen Abweichungen zwischen dem ersten Handbuchsentwurf und der tatsächlichen Geräteausführung wurden behoben.

6.5 Bewertung

Differenzen zwischen Geräteausstattung und Handbüchern wurden nicht beobachtet.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe Punkt 6.4 zu diesem Modul.

6.1 5.2.1 Zertifizierungsbereiche

Der für die Prüfung vorgesehene Zertifizierungsbereich ist zu ermitteln.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Der für die Prüfung vorgesehene Zertifizierungsbereich ist zu ermitteln.

6.4 Auswertung

Die Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 enthält folgende Mindestanforderungen für die Zertifizierungsbereiche von Schwebstaubimmissionsmesseinrichtungen:

Tabelle 9: Zertifizierungsbereiche

Messkomponente	Untere Grenze ZB	Obere Grenze ZB	Grenzwert	Beurteilungszeitraum
	in µg/m³	in µg/m³	in µg/m³	
PM_{10}	0	100	50	24h

Die Zertifizierungsbereiche orientieren sich am Grenzwert für den kleinsten Beurteilungszeitraum und diesen zur Beurteilung der Messeinrichtung im Bereich dieses Grenzwerts. Diese Beurteilung der Messeinrichtung im Bereich des Grenzwertes erfolgt im Rahmen der Bestimmung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge gemäß Leitfaden [4]. Hierzu werden als Bezugswerte gemäß Leitfaden die folgenden Werte herangezogen:

PM_{10}: 50 µg/m³

Es wird auf den Prüfpunkt 6.1 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge im Bericht verwiesen.

6.5 Bewertung

Die Beurteilung der Messeinrichtung im Bereich der relevanten Grenzwerte ist möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe unter dem Prüfpunkt 6.1 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge im Bericht.

6.1 5.2.2 Messbereich

Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung muss größer oder gleich der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde geprüft, ob der Messbereichsendwert der Messeinrichtung größer oder gleich der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches ist.

6.4 Auswertung

An der Messeinrichtung können theoretisch Messbereiche bis maximal 0 – 1.000.000 µg/m³ eingestellt werden.

Als zweckmäßige Standardeinstellung des Analogausgangs für europäische Verhältnisse wird ein Messbereich 0 – 1.000 µg/m³ empfohlen.

Messbereich: 0 – 1.000 µg/m³ (Standard)

Obere Grenze des Zertifizierungsbereichs: PM_{10}: 100 µg/m³

6.5 Bewertung

Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 – 1.000 µg/m³ eingestellt. Andere Messbereiche bis zu maximal 0 – 1.000.000 µg/m³ sind möglich.

Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung ist größer als die jeweilige obere Grenze des Zertifizierungsbereichs.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 5.2.3 Negative Messsignale

Negative Messsignale oder Messwerte dürfen nicht unterdrückt werden (lebender Nullpunkt).

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde im Labor- wie auch Feldtest geprüft, ob die Messeinrichtung auch negative Messwerte ausgeben kann.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung kann sowohl über Display wie auch über die Datenausgänge negative Werte ausgeben.

6.5 Bewertung

Negative Messsignale werden von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge korrekt ausgegeben.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 5.2.4 Stromausfall

Bei Gerätestörungen und bei Stromausfall von bis zu 72 h muss ein unkontrolliertes Ausströmen von Betriebs- und Kalibriergas unterbunden sein. Die Geräteparameter sind durch eine Pufferung gegen Verlust durch Netzausfall zu schützen. Bei Spannungswiederkehr muss das Gerät automatisch wieder den messbereiten Zustand erreichen und gemäß der Betriebsvorgabe die Messung beginnen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde ein Stromausfall simuliert und geprüft, ob das Gerät unbeschädigt bleibt und nach Wiedereinschalten der Stromversorgung wieder messbereit ist.

6.4 Auswertung

Da die Messgeräte zum Betrieb weder Betriebs- noch Kalibriergase benötigen, ist ein unkontrolliertes Ausströmen von Gasen nicht möglich.

Im Falle eines Netzausfalles befindet sich die Messeinrichtung nach der Spannungswiederkehr bis zum Erreichen eines stabilisierten Zustands bezüglich der Gerätetemperaturen in der Stabilisierungsphase („Stabilizing“). Die Dauer der Stabilisierungsphase ist abhängig von den Umgebungsbedingungen am Aufstellort und vom thermischen Gerätezustand beim Einschalten. Im Rahmen der Eignungsprüfung lagen die Stabilisierzeiten zwischen 30 min und 90 min. Nach Erreichen des stabilen Zustands beginnt das Gerät mit dem Sammeln der ersten Daten („Collecting Data“). Diese Daten werden aber noch nicht zur Ermittlung der Massenkonzentrationen herangezogen. Dem Sammeln der ersten Daten schließt sich die erste Datenberechnung („Computing Data“) an. Danach ist das Gerät voll betriebsbereit („Fully operational“). Die Zwischenschritte „Collecting Data“ und „Computing Data“ nehmen eine Stunde in Anspruch. Danach liefert das Gerät die gleitenden 1h-Mittelwerte der Massenkonzentrationen, welche alle 6 Minuten aktualisiert werden (siehe unter Punkt 6.1 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten).

6.5 Bewertung

Alle Geräteparameter sind gegen Verlust durch Pufferung geschützt. Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig den Messbetrieb nach Erreichen des Gerätestatus „Fully operational“ wieder fort.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.5 Gerätefunktionen

Die wesentlichen Gerätefunktionen müssen durch telemetrisch übermittelbare Statussignale zu überwachen sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

PC zur Datenerfassung.

6.3 Durchführung der Prüfung

An die Messeinrichtung wurde lokal über Ethernet ein PC angeschlossen und der Datentransfer inkl. Gerätestatus geprüft.

Es bestehen darüber hinaus auch Möglichkeiten der Geräteüberwachung und -steuerung via serieller Schnittstelle (AK Protokoll).

Über entsprechende Router oder Modems ist eine Fernüberwachung- und -steuerung leicht möglich.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung über verschiedene Wege (Ethernet, RS232).

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtungen können über ein Modem bzw. einen Router von einem externen Rechner aus umfassend überwacht und gesteuert werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.6 Umschaltung

Die Umschaltung zwischen Messung und Funktionskontrolle und/oder Kalibrierung muss telemetrisch durch rechnerseitige Steuerung und manuell auslösbar sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung kann durch den Bediener am Gerät oder aber durch die telemetrische Fernbedienung überwacht sowie teilweise gesteuert werden.

Einige Funktionen wie z.B. die Durchführung des K_0-Tests können nur am Gerät direkt ausgelöst werden.

6.4 Auswertung

Alle Bedienprozeduren, die keine praktischen Handgriffe vor Ort bedingen können, sowohl vom Bedienpersonal am Gerät als auch durch telemetrische Fernbedienung überwacht werden.

6.5 Bewertung

Grundsätzlich können alle notwendigen Arbeiten zur Funktionskontrolle direkt am Gerät oder aber per telemetrischer Fernbedienung überwacht werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.7 Wartungsintervall

Das Wartungsintervall der Messeinrichtung ist in der Feldprüfung zu ermitteln und anzugeben. Das Wartungsintervall sollte möglichst drei Monate, muss jedoch mindestens zwei Wochen betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Bei dieser Mindestanforderung wurde untersucht, welche Wartungsarbeiten in welchen Zeitabständen für eine einwandfreie Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung erforderlich sind. Weiterhin wurden die Ergebnisse der Driftbestimmung für Null- und Referenzpunkt gemäß 6.1 5.3.12 Langzeitdrift zur Ermittlung des Wartungsintervalls berücksichtigt.

6.4 Auswertung

Es konnten für die Messeinrichtungen über den gesamten Feldtestzeitraum keine unzulässigen Driften festgestellt werden. Das Wartungsintervall wird daher durch die anfallenden Wartungsarbeiten bestimmt (siehe hierzu auch Modul 4.1.2).

Innerhalb der Betriebszeit kann die Wartung im Wesentlichen auf die Kontrolle von Verschmutzungen, Plausibilitätschecks und etwaigen Status-/Fehlermeldungen beschränkt werden.

6.5 Bewertung

Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 1 Monat.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die notwendigen Wartungsarbeiten können dem Modul 4.1.2 dieses Berichtes und dem Kapitel 5 des Bedienhandbuchs entnommen werden.

6.1 5.2.8 Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit der Messeinrichtung ist in der Feldprüfung zu ermitteln und muss mindestens 95 % betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Start- und Endzeitpunkt der Verfügbarkeitsuntersuchungen werden durch den Start- bzw. Endzeitpunkt an jedem der vier Feldteststandorte bestimmt. Dazu werden alle Unterbrechungen der Prüfung, z. B. durch Störungen oder Wartungsarbeiten erfasst.

6.4 Auswertung

Tabelle 10 und Tabelle 11 zeigen eine Aufstellung der Betriebs-, Wartungs- und Störungszeiten. Die Messeinrichtungen wurden im Feldtest über einen Zeitraum von insgesamt 328 Messtagen (SN 20006) bzw. 294 Messtagen (SN 20107) betrieben. Dieser Zeitraum beinhaltet insgesamt 14 Tage mit Nullfilterbetrieb für SN 20006 und 13 Tage mit Nullfilterbetrieb für SN 20107 (siehe auch Anlage 5).

Ausfälle durch externe Einflüsse, die nicht dem Gerät angelastet werden können, wurden am 19.01.2010, 10.03.2011 und am 14.03.2011 (Stromausfall) registriert. Dadurch reduziert sich die Gesamtbetriebszeit auf 325 (SN 20006) bzw. 291 (SN 20107) Messtage.

Es wurden folgende Gerätestörungen beobachtet:

SN 20006:

Am 28.05.2010 wurde nach dem Nullfilterbetrieb festgestellt, dass die ausgegebenen Messwerte sehr stark streuen. Das Problem lag in einem undichten Umschaltventil, welches aufgrund von Kommunikationsproblemen erst am 11.06.2011 ausgetauscht werden konnte. Alle Messwerte zwischen 28.05.2011 und 11.06.2011 wurden verworfen.

SN 20107:

Am 28.09.2011 musste das Gerät außer Betrieb genommen werden, um eine Undichtigkeit zu beheben.

Ansonsten wurden keine weiteren Gerätestörungen beobachtet.

Die regelmäßige Pflege der Probenahmeköpfe im Wartungsintervall, der Wechsel der TEOM-Filter, der 47 mm-Filter (ca. alle 4 Wochen) sowie die regelmäßige Überprüfung der Durchflussraten bzw. der Dichtigkeit können v.a. bei Durchführung aller Tätigkeiten an einem Tag teilweise zu Ausfällen von mehr als 2 h pro Gerät führen. Die betroffenen Tagesmittelwerte wurden in diesen Fällen verworfen.

6.5 Bewertung

Die Verfügbarkeit betrug für SN 20006 94,5 % und für SN 20107 98,6 % ohne prüfungsbedingte Ausfälle bzw. 88,6 % für SN 20006 sowie 92,1 % für SN 20107 inkl. prüfungsbedingter Ausfälle. Die hohen Ausfallzeiten (15 d) beim SN 20006 aufgrund des undichten Umschaltventils können allerdings nicht der Messeinrichtung selbst voll angerechnet werden, da eine zeitnahe Reparatur durch Kommunikationsprobleme nicht möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 10: Ermittlung der Verfügbarkeit (ohne prüfungsbedingte Ausfälle)

		Gerät 1 (SN 20006)	Gerät 2 (SN 20107)
Einsatzzeit	d	325	291
Ausfallzeit	d	15	1
Wartungszeit	d	3	3
Tatsächliche Betriebszeit	d	307	287
Verfügbarkeit	%	94,5	98,6

Tabelle 11: Ermittlung der Verfügbarkeit (inkl. prüfungsbedingte Ausfälle)

		Gerät 1 (SN 20006)	Gerät 2 (SN 20107)
Einsatzzeit	d	325	291
Ausfallzeit	d	15	1
Wartungszeit inkl. Nullfilter	d	22	22
Tatsächliche Betriebszeit	d	288	268
Verfügbarkeit	%	88,6	92,1

6.1 5.2.9 Gerätesoftware

Die Version der zu testenden Gerätesoftware muss beim Einschalten der Messeinrichtung angezeigt werden. Funktionsbeeinflussende Änderungen der Gerätesoftware sind dem Prüfinstitut mitzuteilen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde überprüft, ob die Gerätesoftware am Gerät angezeigt werden kann. Der Gerätehersteller wurde darauf hingewiesen, dass jegliche Änderungen der Gerätesoftware dem Prüfinstitut mitgeteilt werden müssen.

6.4 Auswertung

Die aktuelle Software wird beim Einschalten des Gerätes im Display angezeigt. Sie kann zudem jederzeit im Menü „System Status“ eingesehen werden.

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion 1.51 durchgeführt (Stand 2009).

Während der Prüfung wurde die Software beständig bis zur Version 1.55 weiterentwickelt und optimiert. Bei den Entwicklungen wurden aufgetretene Probleme mit den Touchscreendisplays behoben, so gab es z.B. Probleme mit der Erreichbarkeit des Buttons „Reboot“ bei einem möglichen Geräteabsturz.

Es ist durch die durchgeführten Änderungen bis zur Version 1.55 kein Einfluss auf die Geräteperformance zu erwarten.

6.5 Bewertung

Die Version der Gerätesoftware wird im Display angezeigt. Änderungen der Gerätesoftware werden dem Prüfinstitut mitgeteilt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

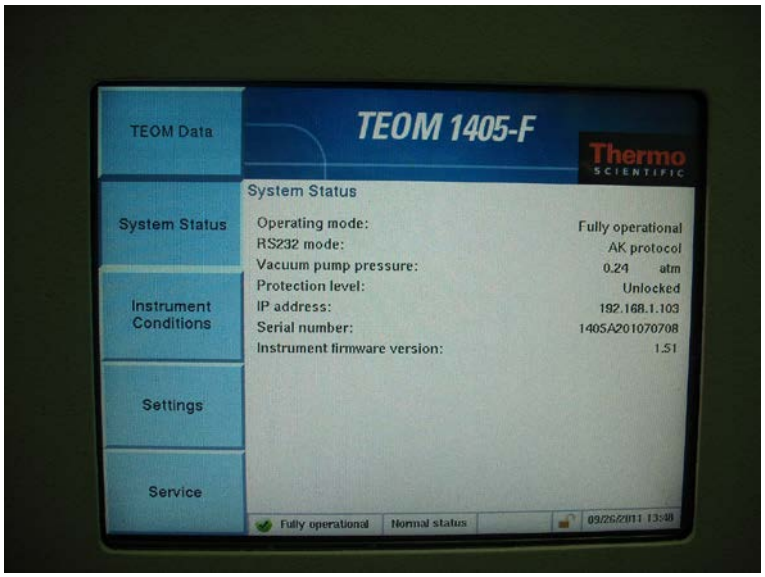


Abbildung 29: Anzeige der Softwareversion (hier 1.51) im Menü „System Status“

6.1 5.3.1 Allgemeines

Die Prüfung erfolgen auf Basis der Mindestanforderungen der Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 (September 2010).

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgt auf Basis der Mindestanforderungen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010).

6.4 Auswertung

Die Richtlinien VDI 4202, Blatt 1 und VDI 4203, Blatt 3 wurden nach umfangreicher Revision mit Stand September 2010 neu veröffentlicht. Leider bestehen nach dieser Revision in Hinblick zur Prüfung von Staub-Immissionsmesseinrichtungen einige Unklarheiten und Widersprüche bezüglich konkreter Mindestanforderungen auf der einen Seite und der generellen Sinnhaftigkeit von Prüfpunkten auf der anderen Seite. Es besteht konkret Klärungsbedarf bei den folgenden Prüfpunkten:

6.1	5.3.2 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt	→ keine Mindestanforderung definiert
6.1	5.3.3 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt	→ nicht sinnvoll für Staubgeräte
6.1	5.3.4 Linearität (Lack-of-fit)	→ nicht sinnvoll für Staubgeräte
6.1	5.3.7 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	→ keine Mindestanforderung definiert
6.1	5.3.8 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	→ keine Mindestanforderung definiert
6.1	5.3.11 Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	→ keine Mindestanforderung definiert
6.1	5.3.12 Langzeitdrift	→ keine Mindestanforderung definiert
6.1	5.3.13 Kurzzeitdrift	→ nicht sinnvoll für Staubgeräte
6.1	5.3.18 Gesamtunsicherheit	→ nicht sinnvoll für Staubgeräte

Aus diesem Grunde wurde eine offizielle Anfrage an die zuständige Stelle in Deutschland gestellt, um eine abgestimmte Vorgehensweise zum Umgang mit den Inkonsistenzen der Richtlinie festzulegen.

Es wurde folgende Vorgehensweise vorgeschlagen:

Die Prüfpunkte 5.3.2, 5.3.7, 5.3.8, 5.3.11 und 5.3.12 werden wie bisher auf Basis der Mindestanforderungen aus VDI 4202 Blatt 1 von 2002 bewertet (d.h. unter Verwendung der Bezugswerte B_0, B_1 und B_2).

Auf die Prüfung der Prüfpunkte 5.3.3, 5.3.4, 5.3.13 und 5.3.18 wird verzichtet, da diese Prüfpunkte für Staubmesseinrichtungen nicht relevant sind.

Die zuständige deutsche Stelle hat dieser vorgeschlagenen Vorgehensweise per Entscheidung vom 27.06.2011 bzw. 07.10.2011 zugestimmt.

6.5 Bewertung

Die Prüfung erfolgte auf Basis der der Mindestanforderungen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010). Die Prüfpunkte 5.3.2, 5.3.7, 5.3.8, 5.3.11 und 5.3.12 werden daher auf Basis der Mindestanforderungen aus VDI 4202 Blatt 1 von 2002 bewertet (d.h. unter Verwendung der Bezugswerte B_0, B_1 und B_2). Auf die Prüfung der Prüfpunkte 5.3.3, 5.3.4, 5.3.13 und 5.3.18 wird verzichtet, da diese Prüfpunkte für Staubmesseinrichtungen nicht relevant sind.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 5.3.2 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt

Die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt darf im Zertifizierungsbereich nach Tabelle 1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) nicht überschreiten.

Bei abweichenden Zertifizierungsbereichen darf die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt höchstens 2 % der oberen Grenze dieses Zertifizierungsbereichs betragen.

Hinweis:

Dieser Prüfpunkt ist für Staubmesseinrichtungen auf Basis der aktuell gültigen Richtlinienversionen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) sowie VDI 4203 Blatt 3 (September 2010) aufgrund nicht definierter Mindestanforderungen nicht auswertbar. Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1), wird daher alternativ auf die nachfolgende Anforderungen der Vorgängerversion der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (Juni 2002) verwiesen:

Die Nachweisgrenze der Messeinrichtung darf den Bezugswert B_0 nicht überschreiten. Die Nachweisgrenze ist im Feldtest zu ermitteln.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nullfilter zur Nullpunktsüberprüfung.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Bestimmung der Nachweisgrenze erfolgten bei den Testgeräten SN 20006 und SN 20107 durch den Betrieb der Messeinrichtung mit jeweils an beiden Messgeräteeinlässen installiertem Null-Filtern. Die Aufgabe von schwebstaubfreier Probenluft erfolgte über 15 Tage für die Dauer von jeweils 24 h. Die Ermittlung der Nachweisgrenze erfolgte im Labor, da unter Feldbedingungen eine Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft über den langen Zeitraum nicht möglich war.

6.4 Auswertung

Die Nachweisgrenze X wird aus der Standardabweichung s_{x0} der Messwerte bei Ansaugung von schwebstaubfreier Probenluft durch beide Testgeräte ermittelt. Sie entspricht der mit Studentfaktor multiplizierten Standardabweichung des Mittelwertes x_0 der Messwerte x_{0i} für das jeweilige Testgerät:

$$X = t_{n-1;0,95} \cdot s_{x0} \qquad \text{mit} \cdot s_{x0} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1,n} (x_{0i} - \overline{x_0})^2}$$

Bezugswert: $B_0 = 2\ \mu g/m^3$

6.5 Bewertung

Die Nachweisgrenze ermittelte sich aus den Untersuchungen zu 0,82 µg/m³ für Gerät 1 (SN 20006) und zu 0,82 µg/m³ für Gerät 2 (SN 20107).

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 12: Nachweisgrenze PM_{10}

		Gerät SN 20006	Gerät SN 20107
Anzahl der Werte n		15	15
Mittelwert der Leerwerte $\overline{x_0}$	µg/m³	0,96	1,28
Standardabweichung der Werte s_{x0}	µg/m³	0,38	0,38
Student-Faktor $t_{n-1;0,95}$		2,14	2,14
Nachweisgrenze X	µg/m³	**0,82**	**0,82**

Die Einzelmesswerte zur Bestimmung der Nachweisgrenze können der Anlage 1 im Anhang entnommen werden.

6.1 5.3.3 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt

Die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt darf im Zertifizierungsbereich nach Tabelle der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist der Grenzwert bzw. die Alarmschwelle zu verwenden.

Bei abweichenden Zertifizierungsbereichen darf die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt höchstens 2 % der oberen Grenze dieses Zertifizierungsbereichs betragen. Als Referenzpunkt ist in diesem Fall ein Wert c_t bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze dieses Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

Hinweis:

Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.3.4 Linearität (Lack-of-fit)

Der Zusammenhang zwischen dem Ausgangssignal und dem Wert des Luftbeschaffenheitsmerkmals muss mithilfe einer linearen Analysenfunktion darstellbar sein.

Die Linearität gilt als gesichert, wenn die Abweichung der Gruppenmittelwerte der Messwerte von der Kalibrierfunktion im Zertifizierungsbereich nach Tabelle der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) einhält.

Für die anderen Zertifizierungsbereiche darf die Abweichung der Gruppenmittelwerte der Messwerte von der Kalibrierfunktion nicht mehr als 5 % der oberen Grenze des entsprechenden Zertifizierungsbereichs betragen.

Hinweis:

Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant. Für Staubmesseinrichtungen für PM_{10} ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.4.2 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ durchzuführen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Siehe Modul 5.4.2. (PM_{10}).

6.3 Durchführung der Prüfung

Für Staubmesseinrichtungen für PM_{10} ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.4.2 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ durchzuführen.

6.4 Auswertung

Siehe Modul 5.4.2. (PM_{10}).

6.5 Bewertung

Für Staubmesseinrichtungen für PM_{10} ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.4.2 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ durchzuführen.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe Modul 5.4.2. (PM_{10}).

6.1 5.3.5 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks

Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert c_t bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

Hinweis:

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.3.6 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert c_t bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

Hinweis:

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.3.7 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur

Der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert c_t bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

Hinweis:

Dieser Prüfpunkt ist für Staubmesseinrichtungen auf Basis der aktuell gültigen Richtlinienversionen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) sowie VDI 4203 Blatt 3 (September 2010) aufgrund nicht definierter Mindestanforderungen nicht auswertbar. Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1), wird daher alternativ auf die nachfolgende Anforderungen der Vorgängerversion der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (Juni 2002) verwiesen:

Die Temperaturabhängigkeit des Nullpunkt-Messwertes darf bei einer Änderung der Umgebungstemperatur um 15 K im Bereich zwischen +5 °C und +20 °C bzw. 20 K im Bereich zwischen +20 °C und +40 °C den Bezugswert B_0 nicht überschreiten.

Die Temperaturabhängigkeit des Messwertes im Bereich des Bezugswertes B_1 darf nicht mehr als ± 5 % des Messwertes bei einer Änderung der Umgebungstemperatur um 15 K im Bereich zwischen +5 °C und +20 °C bzw. 20 K im Bereich zwischen +20 °C und +40 °C betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer für den Temperaturbereich +8 bis +25 °C, Nullfilter zur Nullpunktsüberprüfung, K_0-Überprüfungskit zur Referenzpunktsüberprüfung.

6.3 Durchführung der Prüfung

Der zulässige Umgebungstemperaturbereich am Aufstellungsort der Messeinrichtung beträgt gemäß Gerätehersteller 8 °C bis 25 °C. Aus diesem Grund wurde die Prüfung auf diesen Umgebungstemperatur beschränkt.

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des Nullpunktes und der Messwerte von der Umgebungstemperatur wurden die vollständigen Messeinrichtungen in der Klimakammer betrieben.

Für die Nullpunktsuntersuchungen wurde den beiden Testgeräten SN 20006 und SN 20107 durch Montage von Null-Filtern an jeweils beiden Geräteeinlässen schwebstaubfreie Probenluft zugeführt.

Für die Referenzpunktsuntersuchungen wurde bei den Testgeräten SN 20006 und SN 20107 zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit die Kalibrierkonstante K_0 überprüft.

Die Umgebungstemperaturen in der Klimakammer wurden in der Reihenfolge 20 °C – 8 °C – 20 °C – 25 °C – 20 °C variiert. Nach einer Äquilibrierzeit von ca. 24 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der Messwerte am Nullpunkt (pro Temperaturstufe je 3 x 24h) sowie der Messwerte am Referenzpunkt (pro Temperaturstufe je 3 x).

6.4 Auswertung

Nullpunkt:

Es wurden die Messwerte für die Konzentration der jeweils 24-stündigen Einzelmessungen ausgelesen und ausgewertet. Betrachtet wird die absolute Abweichung in µg/m³ pro Temperaturschritt bezogen auf den Ausgangspunkt von 20 °C.

Bezugswert: B_0 = 2 µg/m³

Referenzpunkt:

Betrachtet wird die prozentuale Änderung des ermittelten Messwertes für die Kalibrierkonstante K_0 für jeden Temperaturschritt bezogen auf den Ausgangspunkt bei 20 °C.

Als Anmerkung sei erwähnt, dass mit Hilfe der Überprüfung der Kalibrierkonstante K_0 keine Konzentrationswerte simuliert werden konnten, eine Betrachtung im Bereich des B_1 war aus diesem Grunde nicht möglich.

6.5 Bewertung

Der zulässige Umgebungstemperaturbereich am Aufstellungsort der Messeinrichtung beträgt gemäß Gerätehersteller 8 °C bis 25 °C. Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur im Bereich 8 °C bis 25 °C auf den Nullpunkt von -2,3 µg/m³ festgestellt werden.

Am Referenzpunkt konnten keine Abweichungen > 0,4 % zum Ausgangswert bei 20 °C ermittelt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 13: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in µg/m³, Mittelwert aus drei Messungen

Temperatur		Abweichung	
Anfangstemperatur	Endtemperatur	SN 20006	SN 20107
°C	°C	µg/m³	µg/m³
20	8	-2,3	-0,6
8	20	-0,4	-0,3
20	25	0,8	1,0
25	20	-0,5	0,0

Tabelle 14: Abhängigkeit der Empfindlichkeit (Kalibrierkonstante K_0) von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen

Temperatur		Abweichungen	
		SN 20006	SN 20107
Anfangstemperatur	Endtemperatur	K_0	K_0
°C	°C	%	%
20	8	-0,1	-0,1
8	20	0,0	-0,1
20	25	0,2	0,1
25	20	0,0	0,2

Die jeweiligen Ergebnisse der 3 Einzelmessungen können der Anlage 2 und Anlage 3 im Anhang entnommen werden.

6.1 5.3.8 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung

Der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert c_t bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

Hinweis:

Dieser Prüfpunkt ist für Staubmesseinrichtungen auf Basis der aktuell gültigen Richtlinienversionen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) sowie VDI 4203 Blatt 3 (September 2010) aufgrund nicht definierter Mindestanforderungen nicht auswertbar. Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1), wird daher alternativ auf die nachfolgende Anforderungen der Vorgängerversion der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (Juni 2002) verwiesen:

Die Änderung des Messwertes beim Bezugswert B_1 durch die im elektrischen Netz üblicherweise auftretende Änderung der Spannung im Intervall (230 +15/-20) V darf nicht mehr als B_0 betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Trennstelltrafo, K_0-Überprüfungskit zur Referenzpunktsüberprüfung .

6.3 Durchführung der Prüfung

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des Messsignals von der Netzspannung wurde die Netzspannung ausgehend von 230 V auf 210 V reduziert und anschließend über die Zwischenstufe 230 V auf 245 V erhöht.

Für die Referenzpunktsuntersuchungen wurde bei den Testgeräten SN 20006 und SN 20107 zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit die Kalibrierkonstante K_0 überprüft.

Da der mobile Einsatz der Messeinrichtung nicht vorgesehen ist, wurde auf die gesonderte Untersuchung der Abhängigkeit des Messsignals von der Netzfrequenz verzichtet.

6.4 Auswertung

Am Referenzpunkt wird die prozentuale Änderung des ermittelten Messwertes für die Kalibrierkonstante K_0 für jeden Prüfschritt bezogen auf den Ausgangspunkt bei 230 V betrachtet.

Als Anmerkung sei erwähnt, dass mit Hilfe der Überprüfung der Kalibrierkonstante K_0 keine Konzentrationswerte simuliert werden konnten, eine Betrachtung im Bereich des B_1 war aus diesem Grunde nicht möglich.

6.5 Bewertung

Durch Netzspannungsänderungen konnten keine Abweichungen > 0,4 % für PM_{10}, bezogen auf den Startwert von 230 V, festgestellt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 15 zeigt eine zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse.

Tabelle 15: Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %

Netzspannung		Abweichung	
		SN 20006	SN 20107
Anfangsspannung	Endspannung	K_0	K_0
V	V	%	%
230	210	0,3	0,0
210	230	0,0	-0,1
230	245	0,4	0,2
245	230	0,0	-0,1

Die Einzelergebnisse können der Anlage 4 im Anhang entnommen werden.

6.1 5.3.9 Querempfindlichkeit

Die Änderung des Messwerts aufgrund von Störeinflüssen durch die Querempfindlichkeit gegenüber im Messgut enthaltenen Begleitstoffen darf am Nullpunkt und am Referenzpunkt die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) nicht überschreiten.

Hinweis:

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant. Es gilt die Mindestanforderung 5.4.5. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen finden sich deshalb im Modul 5.4.5.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.3.10 Mittelungseinfluss

Für gasförmige Messkomponenten muss die Messeinrichtung die Bildung von Stundenmittelwerten ermöglichen.

Der Mittelungseinfluss darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.

Hinweis:

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.3.11 Standardabweichung aus Doppelbestimmungen

Die Standardabweichung aus Doppelbestimmungen ist mit zwei baugleichen Messeinrichtungen in der Feldprüfung zu ermitteln. Sie darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) nicht überschreiten.

Hinweis:

Dieser Prüfpunkt ist für Staubmesseinrichtungen auf Basis der aktuell gültigen Richtlinienversionen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) sowie VDI 4203 Blatt 3 (September 2010) aufgrund nicht definierter Mindestanforderungen nicht auswertbar. Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1), wird daher alternativ auf die nachfolgende Anforderungen der Vorgängerversion der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (Juni 2002) verwiesen:

Die Reproduzierbarkeit R_D der Messeinrichtung ist aus Doppelbestimmungen mit zwei baugleichen Messeinrichtungen zu ermitteln und darf den Wert 10 nicht unterschreiten. Als Bezugswert ist B_1 zu verwenden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei der Ermittlung der Reproduzierbarkeit kamen zusätzlich die in Kapitel 5 genannten Messeinrichtungen zum Einsatz.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Reproduzierbarkeit ist definiert als der Betrag, um den sich zwei zufällig ausgewählte Einzelwerte, die unter Vergleichsbedingungen gewonnen wurden, höchstens unterscheiden. Die Reproduzierbarkeit wurde mit zwei identischen und parallel betriebenen Geräten im Feldtest bestimmt. Dazu wurden Messdaten aus der gesamten Felduntersuchung herangezogen.

6.4 Auswertung

Die Reproduzierbarkeit berechnet sich wie folgt:

$$R = \frac{B_1}{U} \geq 10 \qquad \text{mit} \qquad U = \pm s_D \cdot t_{(n;0,95)} \qquad \text{und} \qquad s_D = \sqrt{\frac{1}{2n} \cdot \sum_{i=1}^{n} (x_{1i} - x_{2i})^2}$$

- R = Reproduzierbarkeit bei B_1
- U = Unsicherheit
- B_1 = 40 µg/m³ für PM_{10}
- s_D = Standardabweichung aus Doppelbestimmungen
- n = Anzahl der Doppelbestimmungen
- $t_{(n;0,95)}$ = Studentfaktor für 95%ige Sicherheit
- x_{1i} = Messsignal des Gerätes 1 (z.B. SN 20006) bei der i-ten Konzentration
- x_{2i} = Messsignal des Gerätes 2 (z.B. SN 20107) bei der i-ten Konzentration

.

6.5 Bewertung

Die Reproduzierbarkeit für PM_{10} betrug im Feldtest für den Gesamtdatensatz 23.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Tabelle 16 zusammenfassend dargestellt. Die grafische Darstellung erfolgt für PM_{10} in Abbildung 55 bis Abbildung 59.

Anmerkung: Die ermittelten Unsicherheiten werden auf den Bezugswert B_1 für jeden Standort bezogen.

Tabelle 16: Konzentrationsmittelwerte, Standardabweichung, Unsicherheitsbereich und Reproduzierbarkeit im Feld, Messkomponente PM_{10}

Standort	Anzahl	$\overline{c}$ (SN 20006)	$\overline{c}$ (SN 20107)	$\overline{c}_{ges}$	s_D	t	U	R
		µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³		µg/m³	
Teddington (Winter)	46	18,8	20,0	19,4	0,26	2,013	0,53	75
Teddington (Sommer)	49	16,4	16,4	16,4	0,49	2,010	0,98	41
Köln (Winter)	88	31,2	32,0	31,6	1,00	1,987	1,99	20
Bornheim (Sommer)	68	16,7	17,5	17,1	1,10	1,996	2,19	18
Alle Standorte	251	22,1	22,8	22,5	0,89	1,969	1,76	23

- $\overline{c}$ (SN 20006): Mittelwert der Konzentrationen Gerät SN 20006
- $\overline{c}$ (SN 20107): Mittelwert der Konzentrationen Gerät SN 20107
- $\overline{c}_{ges}$: Mittelwert der Konzentrationen der Geräte SN 20006 & SN 20107

Einzelwerte können der Anlage 5 des Anhangs entnommen werden.

6.1 5.3.12 Langzeitdrift

Die Langzeitdrift am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf in der Feldprüfung die die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert c_t bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

Hinweis:

Dieser Prüfpunkt ist für Staubmesseinrichtungen auf Basis der aktuell gültigen Richtlinienversionen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) sowie VDI 4203 Blatt 3 (September 2010) aufgrund nicht definierter Mindestanforderungen nicht auswertbar. Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1), wird daher alternativ auf die nachfolgende Anforderungen der Vorgängerversion der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (Juni 2002) verwiesen:

Die zeitliche Änderung des Nullpunkt-Messwertes darf in 24 h und im Wartungsintervall den Bezugswert B_0 nicht überschreiten.
Die zeitliche Änderung des Messwertes im Bereich des Bezugswertes B_1 darf in 24 Stunden und im Wartungsintervall ± 5 % von B_1 nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nullfilter zur Nullpunktsüberprüfung, K_0-Überprüfungskit zur Referenzpunktsüberprüfung

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte im Rahmen des Feldtestes über einen Gesamtzeitraum von insgesamt ca. 22 Monaten.

Die Messeinrichtungen wurden im Rahmen eines regelmäßigen Checks ca. einmal pro Monat (inkl. zu Beginn und zum Ende jedes Standortes) mit Null-Filter an den Geräteeinlässen für einen Zeitraum jeweils mindestens 24 h betrieben und die gemessenen Nullwerte ausgewertet. Die Nullmessungen erfolgten nach dem planmäßig monatlichen Wechsel des TEOM-Filters sowie des 47 mm-Filters.

Darüber hinaus wurden zu Beginn und zum Ende eines jeden Standorts zur Referenzpunktüberprüfung die Stabilität der Kalibrierkonstante überprüft und ausgewertet.

6.4 Auswertung

Eine Beurteilung der Drift des Nullpunktes und des Messwertes in 24 h ist gerätebedingt nicht möglich.

Die Auswertung am Nullpunkt erfolgt auf Basis der Messergebnisse der regelmäßigen externen Nullpunktmessung durch Vergleich der jeweiligen Werte mit den jeweiligen „Messwerten“ des vorherigen Tests und mit dem „Messwert“ des ersten Tests.

Die Auswertung am Referenzpunkt erfolgt auf Basis der Messergebnisse für die Kalibrierkonstante K_0 durch Vergleich der jeweiligen Werte mit den jeweiligen „Messwerten“ des vorherigen Tests und mit dem „Messwert“ des ersten Tests.

Als Anmerkung sei erwähnt, dass mit Hilfe der Überprüfung der Kalibrierkonstante K_0 keine Konzentrationswerte simuliert werden konnten, eine Betrachtung im Bereich des B_1 war aus diesem Grunde nicht möglich.

6.5 Bewertung

Die maximal gefundene Abweichung am Nullpunkt lag bei 1,5 µg/m³ bezogen auf den Vorgängerwert und bei 1,6 µg/m³ bezogen auf den Startwert und damit innerhalb der erlaubten Grenzen von B_0 = 2 µg/m³.

Die im Rahmen der Untersuchung ermittelten Werte für die Drift der Empfindlichkeit betrugen, bezogen auf den Vorgängerwert, maximal 1,3 % für PM_{10}.

Die gefundenen Abweichungen am 07.03.2010 (SN 20006) und am 06.02.2010 und 07.02.2010 (SN 20107) konnten auf nicht korrekt installierte TEOM-Filter zurückgeführt werden und können daher nicht als Driftuntersuchungen ausgewertet werden. Am 26.05.2010 war zudem der Messwert am SN 20006 nicht auswertbar, da das Messsignal durch ein undichtes Umschaltventil stark gerauscht hat. Das Umschaltventil wurde am 11.06.2010 ausgetauscht.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 17 enthält die ermittelten Messwerte für den Nullpunkt und die errechneten Abweichungen bezogen auf den Vorgängerwert und bezogen auf den Startwert in µg/m³. Abbildung 30 bis Abbildung 31 zeigen eine grafische Darstellung der Nullpunktsdrift über den Untersuchungszeitraum.

In Tabelle 18 sind die Abweichungen der Messwerte in % vom jeweiligen Vorgängerwert aufgeführt. Abbildung 32 und Abbildung 33 zeigen eine grafische Darstellung der Drift der Messwerte (bezogen auf den Vorgängerwert).

Tabelle 17: Nullpunktdrift SN 20006 & SN 20107, mit Nullfilter

	SN 20006			SN 20107		
Datum	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
06.12.2009	0,0	-	-	Noch nicht in Betrieb	-	-
07.12.2009	-1,4	-1,4	-1,4	Noch nicht in Betrieb	-	-
04.01.2010	-1,6	-0,2	-1,6	0,6*	-	-
06.02.2010	-0,7	0,9	-0,7	3,5**	-	-
07.02.2010	-0,7	0,1	-0,6	4,9**	-	-
07.03.2010	-4,7**	-	-	1,8	1,2	1,2
26.04.2010	-0,1	0,6	-0,1	1,1	-0,7	0,5
26.05.2010	Verworfen wegen Rauschen***	-	-	0,9	-0,2	0,3
02.07.2010	0,5	0,6	0,6	1,1	0,2	0,5
29.01.2011	1,5	1,0	1,5	1,7	0,6	1,2
30.01.2011	1,4	-0,1	1,4	1,8	0,1	1,3
31.01.2011	0,9	-0,5	0,9	1,2	-0,6	0,6
05.03.2011	-0,4	-1,3	-0,4	0,2	-1,0	-0,4
06.03.2011	-0,4	0,0	-0,3	0,4	0,2	-0,2
07.03.2011	0,5	0,9	0,6	0,0	-0,4	-0,6
09.04.2011	1,0	0,5	1,1	1,5	1,5	0,9
10.04.2011	1,1	0,1	1,2	2,1	0,6	1,6
22.07.2011	-0,5	-1,7	-0,5	0,8	-1,3	0,3
23.07.2011	-0,2	0,4	-0,1	1,3	0,5	0,8
24.07.2011	-0,5	-0,3	-0,4	0,1	-1,2	-0,4
17.09.2011	0,0	0,5	0,1	0,4	0,3	-0,1
18.09.2011	0,1	0,1	0,1	0,6	0,2	0,0

* gemessen am 11.01.2010

** SN 20006 am 07.03.2010 und SN 20107 am 06.02.2010 und 07.02.2010 – TEOM-Filter nicht korrekt aufgesetzt – starkes Rauschen, nicht auswertbar

*** SN 20006 am 26.05.2010 – starkes Rauschen durch undichtes Umschaltventil – Messwert verworfen

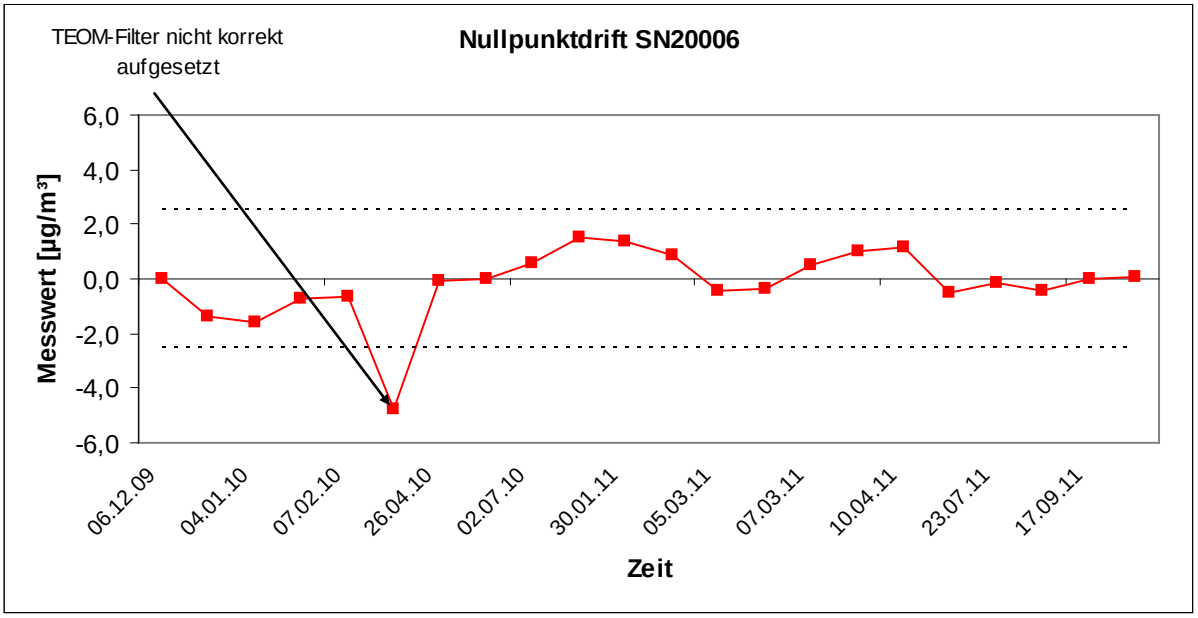


Abbildung 30: Nullpunktdrift SN 20006, Messkomponente PM_{10}

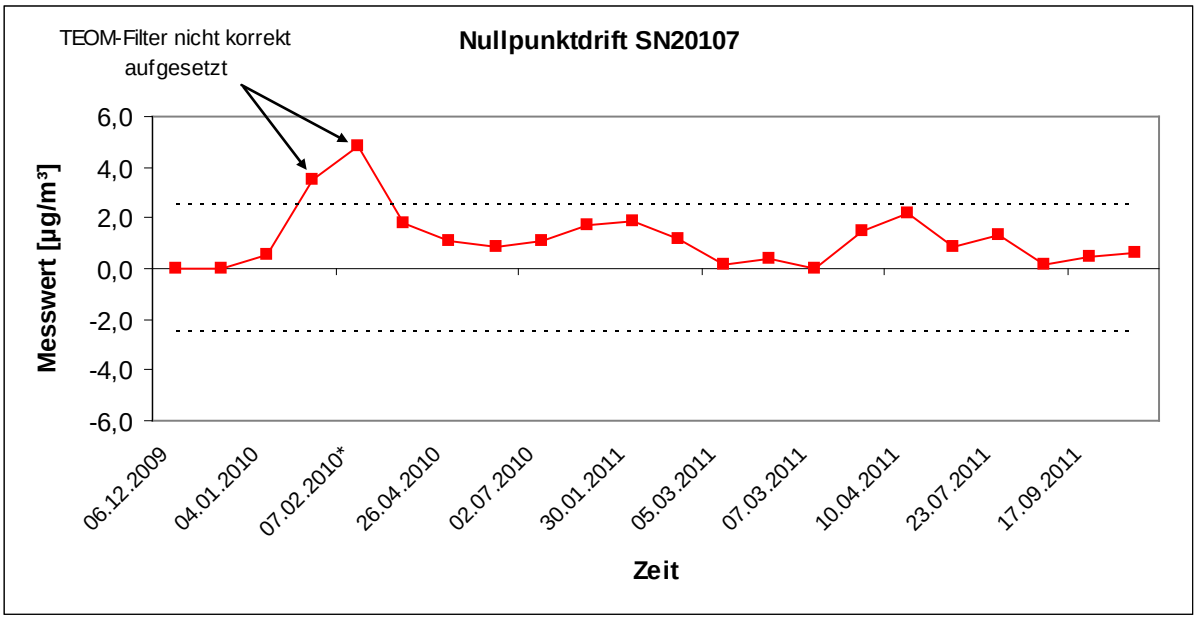


Abbildung 31: Nullpunktdrift SN 20107, Messkomponente PM_{10}

Tabelle 18: Empfindlichkeitsdrift SN 20006 & SN 20107

Datum	SN 20006			SN 20107		
	Messwert K_0	Abweichung zum Vorgängerwert %	Abweichung zum Startwert %	Messwert K_0	Abweichung zum Vorgängerwert %	Abweichung zum Startwert %
06.12.2009	15034,0	-	-	17256,0*	-	-
05.03.2010	14929,2	-0,7	-0,7	17098,0	-0,9	-0,9
19.04.2010	14952,0	0,2	-0,5	17312,0	1,3	0,3
07.07.2010	15001,0	0,3	-0,2	17270,0	-0,2	0,1
27.01.2011	14984,8	-0,1	-0,3	17412,9	0,8	0,9
12.05.2011	14912,6	-0,5	-0,8	17201,7	-1,2	-0,3
19.07.2011	15106,5	1,3	0,5	17406,6	1,2	0,9
26.09.2011	14981,4	-0,8	-0,3	17330,8	-0,4	0,4

* gemessen am 05.02.2010

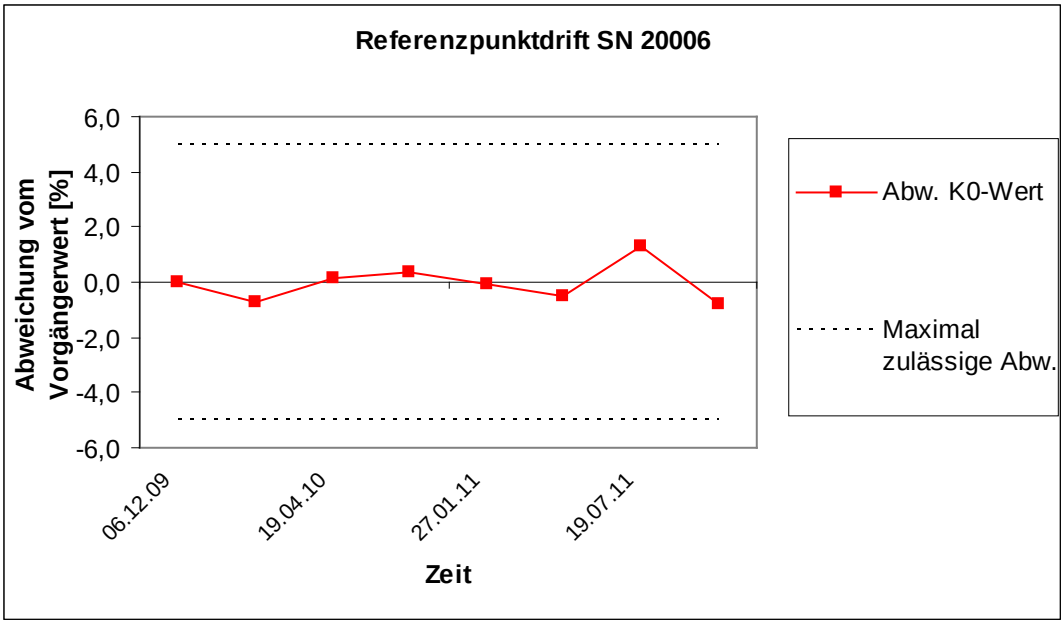


Abbildung 32: Drift des Messwertes SN 20006, Messkomponente PM_{10}

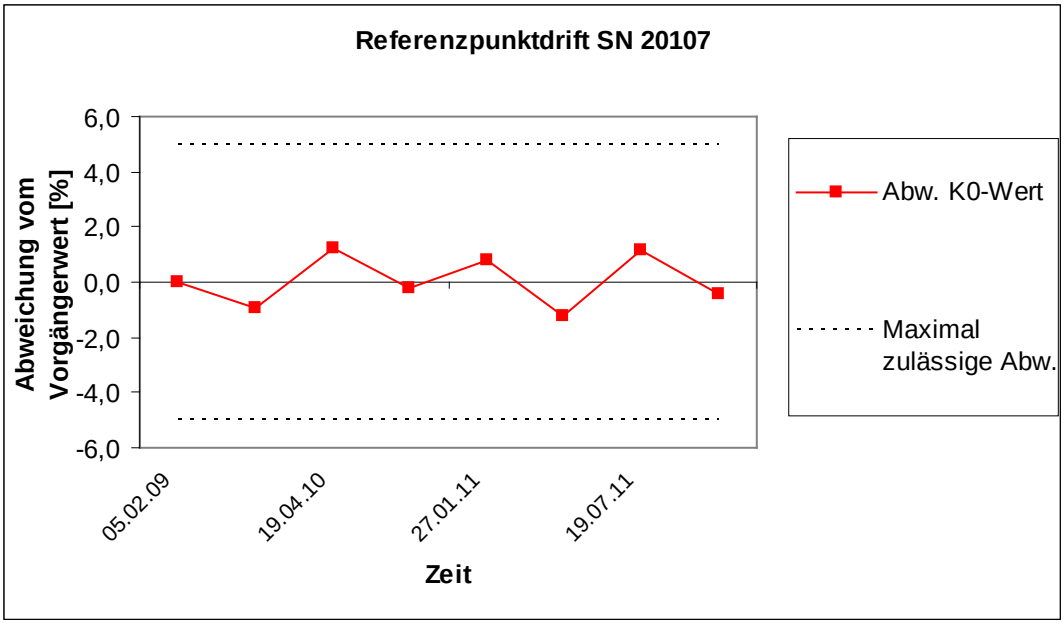


Abbildung 33: Drift des Messwertes SN 20107, Messkomponente PM_{10}

6.1 5.3.13 Kurzzeitdrift

Die Kurzzeitdrift am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) in der Laborprüfung in 12 h (für Benzol in 24 h) und in der Feldprüfung in 24 h nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert c_t bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

Hinweis:

Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.3.14 Einstellzeit

Die Einstellzeit (Anstieg) der Messeinrichtung darf höchstens 180 s betragen.

Die Einstellzeit (Abfall) der Messeinrichtung darf höchstens 180 s betragen.

Die Differenz zwischen der Einstellzeit (Anstieg) und der Einstellzeit (Abfall) der Messeinrichtung darf maximal 10 % der Einstellzeit (Anstieg) oder 10 s betragen, je nachdem, welcher Wert größer ist.

Hinweis:

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.3.15 Differenz zwischen Proben- und Kalibriereingang

Die Differenz zwischen den Messwerten bei Aufgabe am Proben- und Kalibriereingang darf den Wert der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1(September 2010) nicht überschreiten Als Referenzpunkt ist ein Wert c_t bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.

Hinweis:

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.3.16 Konverterwirkungsgrad

Bei Messeinrichtungen mit einem Konverter muss dessen Wirkungsgrad mindestens 98 % betragen.

Hinweis:

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.3.17 Anstieg der NO_2-Konzentration durch Verweilen im Messgerät

Bei NO_x-Messeinrichtungen darf der Anstieg der NO_2-Konzentration durch Verweilen im Messgerät die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.

Die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) gelten für die Zertifizierungsbereiche nach Tabelle 1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010). Für abweichende Zertifizierungsbereiche sind die Anforderungen entsprechend linear umzurechnen.

Hinweis:

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.3.18 Gesamtunsicherheit

Die erweiterte Messunsicherheit der Messeinrichtung ist zu ermitteln. Dieser ermittelte Wert darf die in Anhang A, Tabelle A1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) aufgeführten Vorgaben der anzuwendenden EU-Richtlinien zur Luftqualität nicht überschreiten.

Hinweis:

Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant. Es wird auf das Modul 5.4.10 verwiesen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant. Es wird auf das Modul 5.4.10 verwiesen.

6.3 Durchführung der Prüfung

Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant. Es wird auf das Modul 5.4.10 verwiesen.

6.4 Auswertung

Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant. Es wird auf das Modul 5.4.10 verwiesen.

Bewertung

Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant. Es wird auf das Modul 5.4.10 verwiesen.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant. Es wird auf das Modul 5.4.10 verwiesen.

6.1 5.4.1 Allgemeines

Die Prüfung für Staubmesseinrichtungen erfolgen gemäß der Mindestanforderungen der Tabelle 5 der Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 (September 2010).
Partikelmassenkonzentrationen müssen auf ein definiertes Volumen bezogen sein. Der Volumenbezug hinsichtlich Druck und Temperatur muss nachvollziehbar angegeben werden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte gemäß der Mindestanforderungen der Tabelle 5 der Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 (September 2010).

Es wurde geprüft, ob die gemessenen Partikelmassenkonzentrationen müssen auf ein definiertes Volumen bezogen sind.

6.4 Auswertung

Die Prüfung erfolgte gemäß der Mindestanforderungen der Tabelle 5 der Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 (September 2010).

Die Messeinrichtung TEOM 1405-F Ambient Particle Monitor ist ein gravimetrisches Messgerät, welches die auf einem Filter abgeschiedene Masse mittels der oszillierenden Mikrowägung bestimmt. Die ermittelte Masse wird auf ein definiertes und aktiv geregeltes Probenahmevolumen bezogen und somit die Partikelmassenkonzentration bestimmt.

6.5 Bewertung

Die Prüfung erfolgte gemäß der Mindestanforderungen der Tabelle 5 der Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 (September 2010).

Die Messeinrichtung TEOM 1405-F Ambient Particle Monitor ist ein gravimetrisches Messgerät, welches die auf einem Filter abgeschiedene Masse mittels der oszillierenden Mikrowägung bestimmt. Die ermittelte Masse wird auf ein definiertes und aktiv geregeltes Probenahmevolumen bezogen und somit die Partikelmassenkonzentration bestimmt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 5.4.2 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems

Für das PM_{10}-Probenahmesystem ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren nach DIN EN 12 341 [T5] nachzuweisen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für diesen Prüfpunkt kamen zusätzlich die Geräte entsprechend Punkt 5 des vorliegenden Berichts zum Einsatz.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest an mehreren Standorten gemäß Punkt 4 des vorliegenden Berichtes durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten und unterschiedlich hohe PM_{10} Konzentrationen berücksichtigt.

Es wurden an jedem Standort mindestens 15 valide Wertepaare ermittelt.

6.4 Auswertung

Forderung aus der DIN EN 12341:

Der errechnete funktionale Zusammenhang y = f(x) zwischen den mit dem Testgerät (y) und den mit dem Referenzgerät (x) gemessenen Konzentrationswerten soll durch einen beidseitigen Akzeptanzbereich begrenzt sein. Dieser Akzeptanzbereich ist gegeben durch:

$y = (x \pm 10)$ µg/m³ für Konzentrationsmittelwerte $\leq$ 100 µg/m³ und

$y = 0{,}9x$ µg/m³ bzw. $1{,}1x$ µg/m³ für Konzentrationsmittelwerte > 100 µg/m³

Des Weiteren soll der Variationskoeffizient R^2 der berechneten Referenz-Äquivalenz-Funktion den Wert 0,95 nicht unterschreiten.

Die Prüfung richtet sich auf den funktionalen Zusammenhang zwischen den Konzentrationswerten, die durch Doppelbestimmungen mit dem Testgerät und dem Referenzgerät ermittelt wurden. Im Idealfall erfassen beide Geräte dieselbe Schwebstaubfraktion, so dass y = x gilt. Die Vorgehensweise bei der Auswertung ist wie folgt:

Es wurde eine lineare Regressionsanalyse aus den Messdaten für alle vier Standorte einzeln sowie nach Zusammenfassung aller Messdaten, für alle vier Standorte zusammen durchgeführt.

Man erhält für jeden Messwert y_i des jeweiligen Testgerätes und der mit dem Referenzgerät gemessenen Konzentration x – beide in µg/m³ - eine Referenz-Äquivalenz-Funktion entsprechend der allgemeinen Beziehung:

$$y_i = m \cdot x + b \qquad \text{mit i = Prüfling 1405-F}$$

6.5 Bewertung

Die Referenz-Äquivalenzfunktionen liegen in den Grenzen des jeweiligen Akzeptanzbereiches. Weiterhin ist der Variationskoeffizient R^2 der berechneten Referenz-Äquivalenzfunktionen im betreffenden Konzentrationsbereich für die Datensätze „Gesamtdatensatz“, „Teddington (Winter)“ und „Köln (Winter)“ $\geq 0{,}95$. Für die Datensätze „Teddington (Sommer)“ und „Bornheim (Sommer)“ liegt der Variationskoeffizient R^2 bei < 0,95. Beide Standorte

zeichneten sich durch eine geringe Variation der Schwebstaubkonzentrationen aus. Die Äquivalenzprüfung gemäß 6.1 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge wird dennoch für alle Standorte erfüllt.

Mindestanforderung erfüllt? nein

Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Ergebnisse der Regressionsanalysen sind in Tabelle 19 bis Tabelle 20 zusammengestellt. Die grafischen Darstellungen erfolgen in Abbildung 34 bis Abbildung 43. In den Diagrammen sind neben den Ausgleichsgeraden der beiden Testgeräte die als Idealfall anzusehende Kurve y = x und der beiderseitige Akzeptanzbereich eingezeichnet. Alle Einzelwerte für die Testgeräte und das Referenzgerät können, nach Standort getrennt, der Anlage 5 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 19: Ergebnisse der linearen Regressionsanalyse der Messungen mit den beiden Testgeräten SN 20006 und SN 20107 an den vier Standorten

SN 20006	**Anzahl Messwertpaare N**	**Steigung m**	**Ordinaten abschnitt b**	**R²**
Teddington, W	66	0,954	-1,401	0,99
Teddington, S	42	1,057	0,952	0,90
Köln, W	74	0,984	0,598	0,99
Bornheim, S	55	1,095	-1,504	0,93
SN 20107	**Anzahl Messwertpaare N**	**Steigung m**	**Ordinaten abschnitt b**	**R²**
Teddington, W	45	0,928	0,299	0,98
Teddington, S	57	1,034	1,398	0,93
Köln, W	74	0,997	1,127	0,98
Bornheim, S	54	1,060	0,032	0,91

Tabelle 20: Ergebnisse der linearen Regressionsanalyse der Messungen mit den beiden Testgeräten SN 20006 und SN 20107 (gesamt)

Testgerät	**Anzahl Messwertpaare N**	**Steigung m**	**Ordinatenabschnitt b**	**R²**
SN 20006	237	0,981	0,160	0,97
SN 20107	230	0,986	1,148	0,97

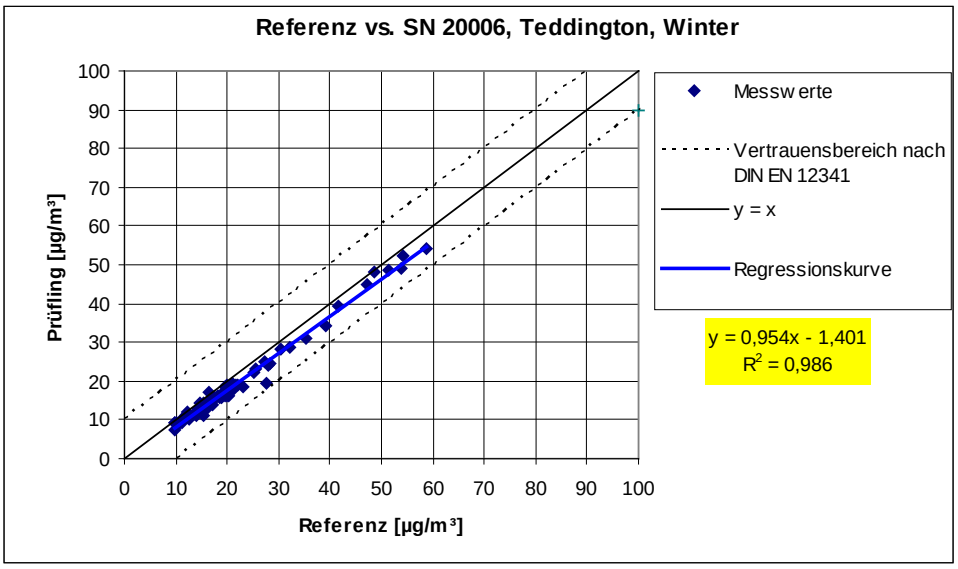


Abbildung 34: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20006, Standort Teddington, Winter

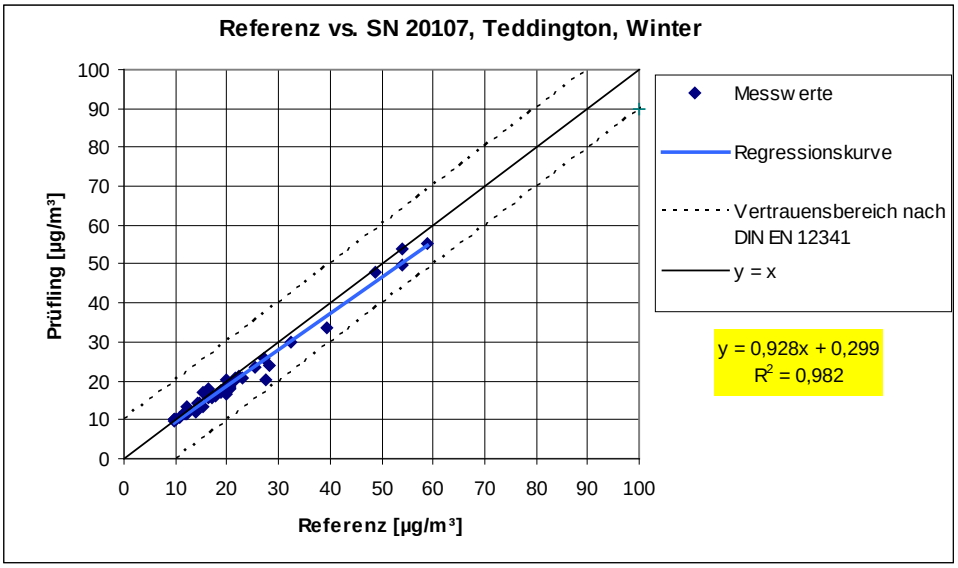


Abbildung 35: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20107, Standort Teddington, Winter

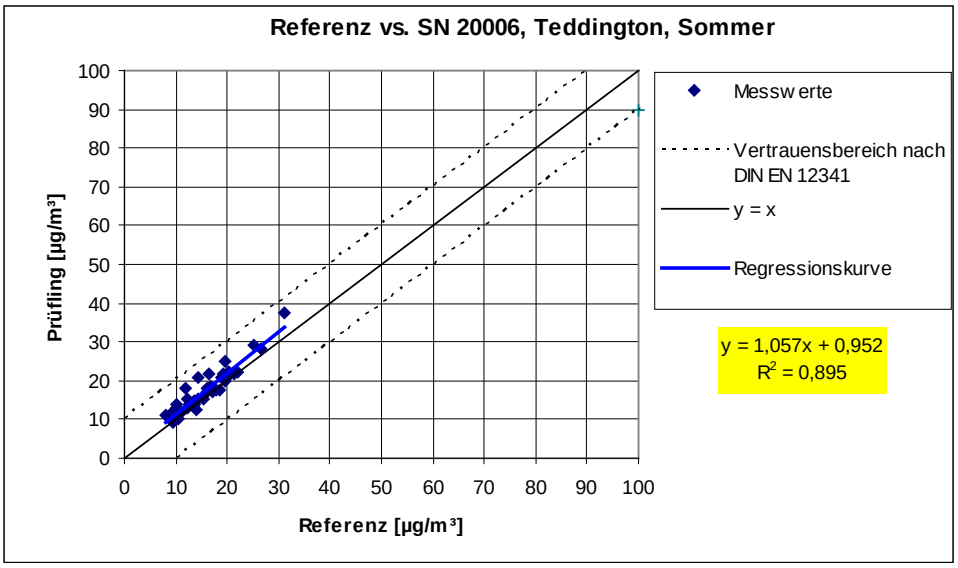


Abbildung 36: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20006, Standort Teddington, Sommer

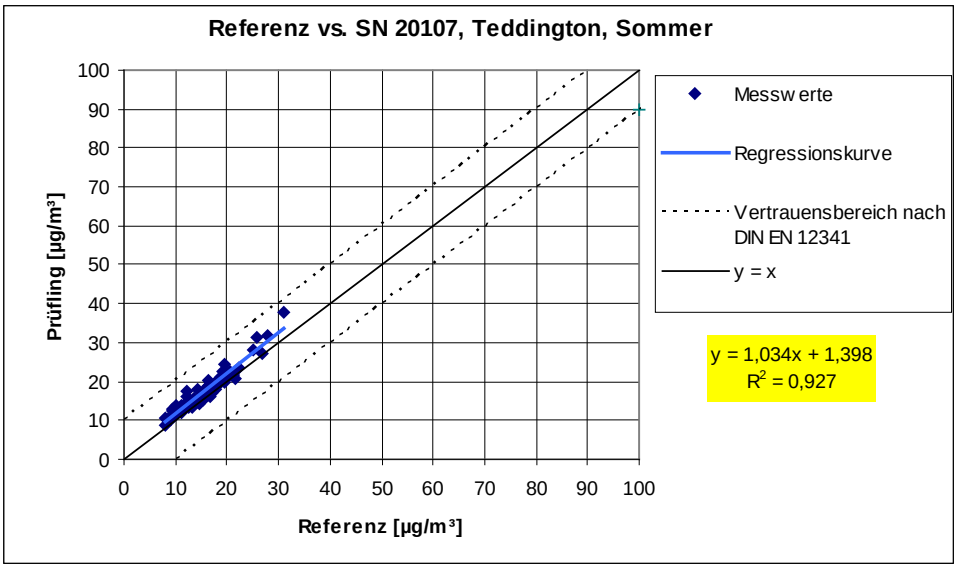


Abbildung 37: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20107, Standort Teddington, Sommer

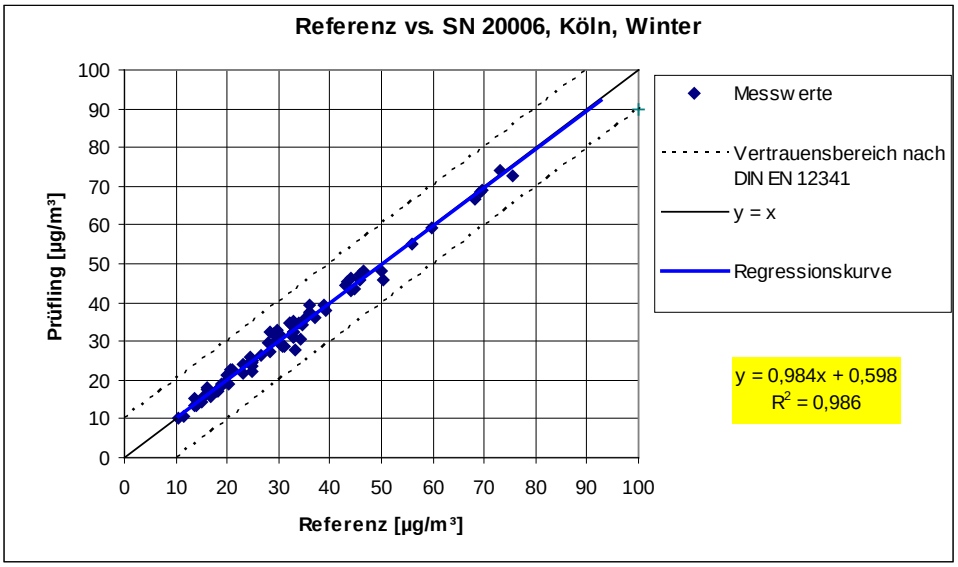


Abbildung 38: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20006, Standort Köln, Parkplatz

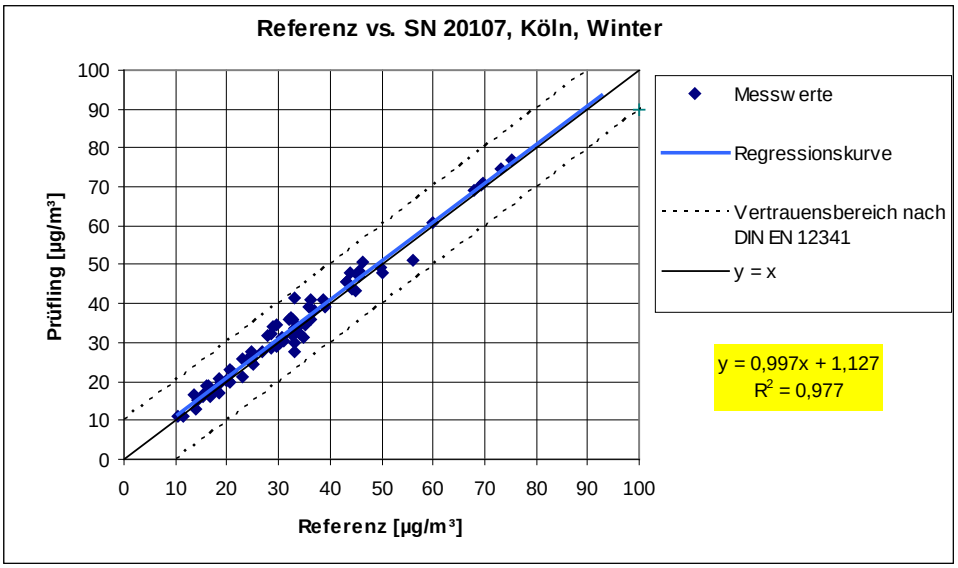


Abbildung 39: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20107, Standort Köln, Parkplatz

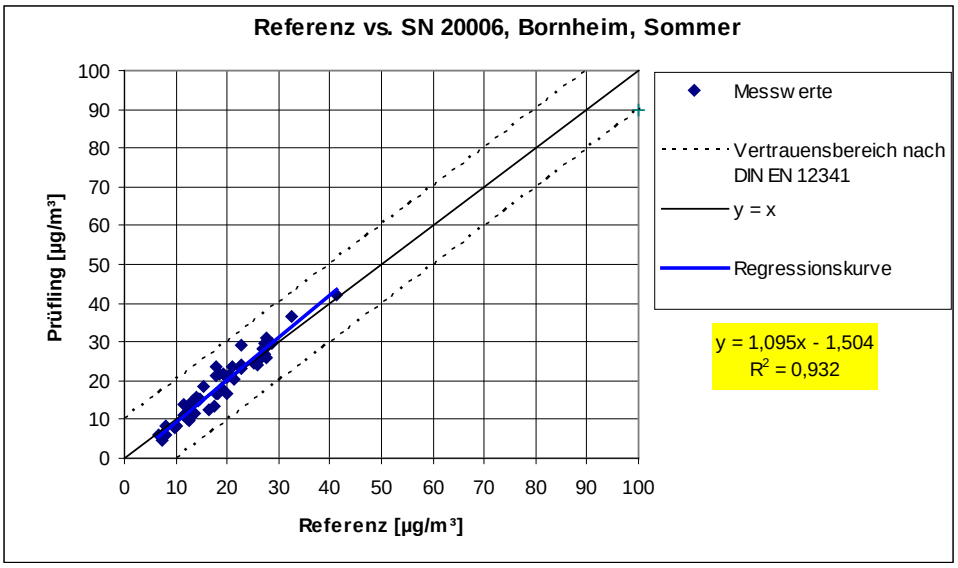


Abbildung 40: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20006, Standort Bornheim

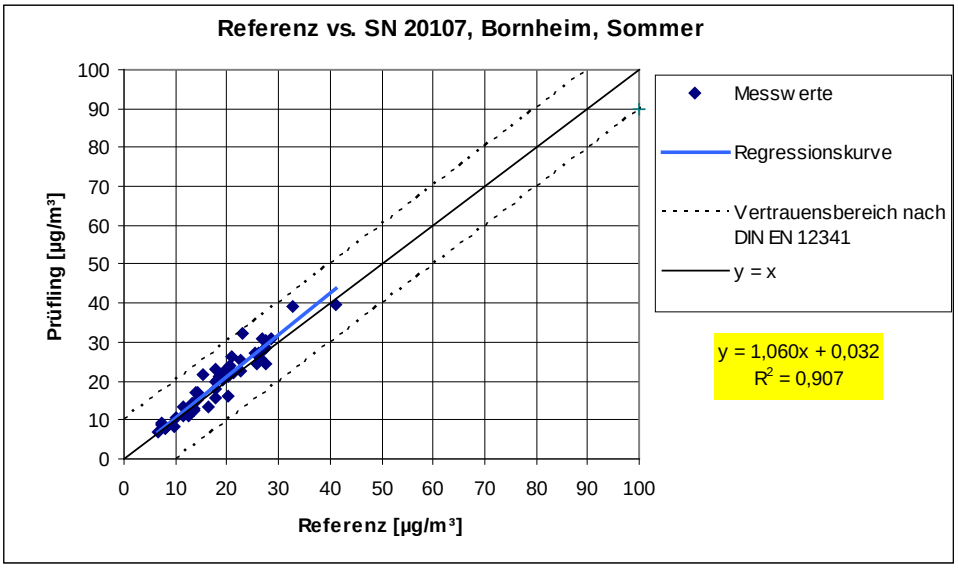


Abbildung 41: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20107, Standort Bornheim

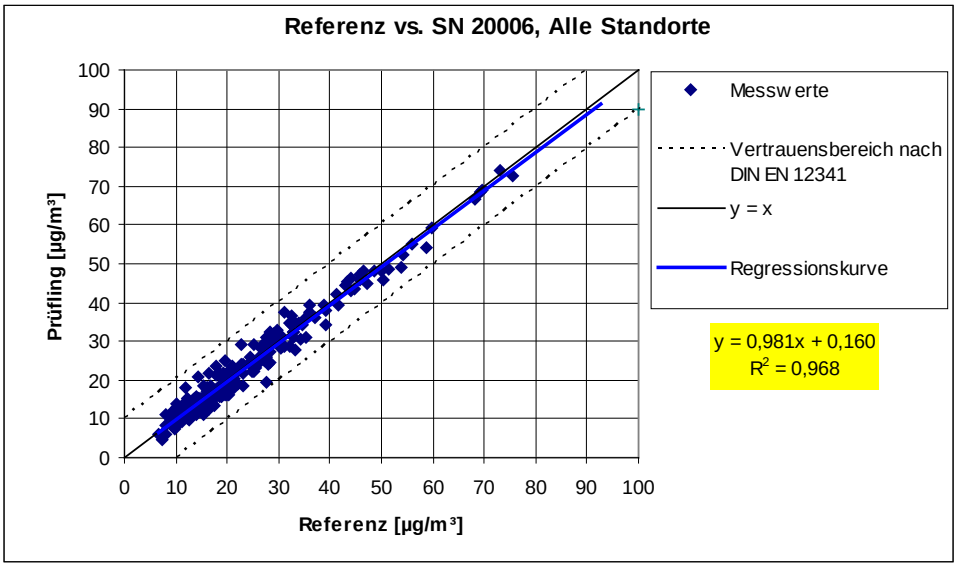


Abbildung 42: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20006, alle Standorte

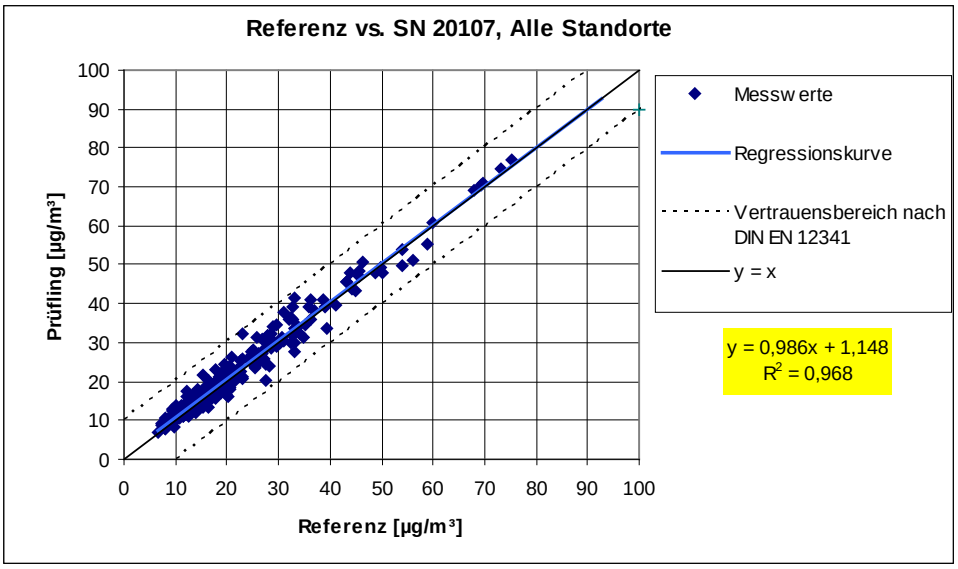


Abbildung 43: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 20107, alle Standorte

6.1 5.4.3 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme

Die PM_{10}-Probenahmesysteme zweier baugleicher Prüflinge müssen untereinander nach DIN EN 12 341 [T5] vergleichbar sein. Dies ist während der Feldprüfung nachzuweisen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest an mehreren Standorten durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten und unterschiedlich hohe PM_{10} Konzentrationen berücksichtigt.

Es wurden an jedem Standort mindestens 15 valide Wertepaare ermittelt.

6.4 Auswertung

Der aus den mit den Testgeräten gemessenen Konzentrationsmittelwerten berechnete zweiseitige Vertrauensbereich Cl_{95} darf den Wert von 5 µg/m³ für Konzentrationsmittelwerte ≤ 100 µg/m³ und von 0,05 für Konzentrationsmittelwerte > 100 µg/m³ nicht überschreiten.

Der Nachweis der Vergleichbarkeit von Testgeräten konzentriert sich auf die Differenzen D_i der Konzentrationswerte Y_i der Testgeräte. Idealerweise sind beide Testgeräte gleich und erfassen demzufolge dieselbe Schwebstaubfraktion, so dass sich $D_i = 0$ ergibt. Die Vorgehensweise bei der Auswertung der Messdaten ist folgende:

Es werden zunächst die Konzentrationsmittelwerte Y_i aus den parallel mit den beiden Testgeräten gemessenen Konzentrationswerten berechnet. Im Anschluss daran werden die Konzentrationsmittelwerte Y_i in zwei getrennte Datensätze gespalten:

a) Datensatz mit $Y_i \leq 100$ µg/m³ mit der Anzahl der Wertepaare $n_{\leq}$ und
b) Datensatz mit $Y_i > 100$ µg/m³ mit der Anzahl der Wertepaare $n_{>}$

zu a):

Aus den Wertepaaren des Datensatzes mit $Y_i \leq 100$ µg/m³ wird die absolute Standardabweichung s_a berechnet:

$$s_a = \sqrt{(\sum D_i^2 / 2n_{\leq})}$$

Es wird der Studentfaktor $t_{f_{\leq};0,975}$, definiert als 0,975-Quantil des zweiseitigen 95%-Vertrauensbereichs der t-Verteilung nach Student mit $f_{\leq} = n_{\leq} - 2$ Freiheitsgraden herangezogen.

Der zweiseitige 95%-Vertrauensbereich Cl_{95} für Konzentrationsmittelwerte ≤ 100 µg/m³ ergibt sich dann wie folgt:

$$Cl_{95} = s_a \cdot t_{f_{\leq};0,975}$$

zu b):

Aus den Wertepaaren des Datensatzes mit Y_i > 100 µg/m³ wird die relative Standardabweichung s_r berechnet:

$$s_r = \sqrt{(\sum (D_i / Y_i)^2 / 2n_{>})}$$

Es wird wiederum der Student-Faktor $t_{f_{>};0,975}$, definiert als 0,975-Quantil des zweiseitigen 95%-Vertrauensbereiches der t-Verteilung nach Student mit $f_{>} = n_{>} - 2$ Freiheitsgraden herangezogen.

Der zweiseitige Vertrauensbereich Cl_{95} für Konzentrationsmittelwerte > 100 µg/m³ ergibt sich dann wie folgt:

$$Cl_{95} = s_r \cdot t_{f_{>};0,975}$$

Während der Felduntersuchungen wurden keine Konzentrationswerte > 100 µg/m³ gemessen Eine statistische Auswertung für diesen Konzentrationsbereich ist aus diesem Grund nicht möglich. Somit entfällt die Betrachtung gemäß b).

6.5 Bewertung

Es gilt für alle untersuchten Standorte:

Der zweiseitige Vertrauensbereich Cl_{95} liegt mit maximal 2,57 µg/m³ unterhalb des geforderten Wertes von 5 µg/m³.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 21 führt die berechneten Werte für die Standardabweichung s_a und den zweiseitigen Vertrauensbereich Cl_{95} auf. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 44 bis Abbildung 48. In den Diagrammen ist neben der Ausgleichsgerade der beiden Testgeräte (ermittelt durch lineare Regressionsanalyse) die als Idealfall anzusehende Kurve y = x und der beiderseitige Akzeptanzbereich eingezeichnet. Alle Einzelwerte für die Testgeräte können der Anlage 5 entnommen werden.

Tabelle 21: Zweiseitiger 95%-Vertrauensbereich Cl_{95} für die Testgeräte SN 20006 und SN 20107

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Standard-abweichung s_a	Student-Faktor t_f	Vertrauens-bereich Cl_{95}
SN			µg/m³		µg/m³
20006/20107	Teddington, W	46	1,14	2,015	2,29
20006/20107	Teddington, S	49	0,82	2,012	1,66
20006/20107	Köln, W	88	1,23	1,988	2,45
20006/20107	Bornheim, S	68	1,29	1,997	2,57
20006/20107	Gesamt	251	1,16	1,970	2,29

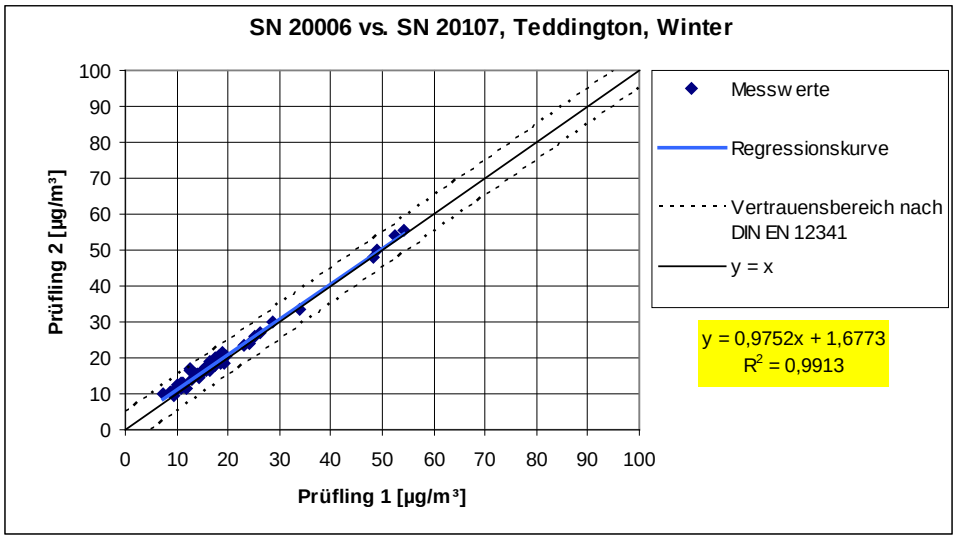


Abbildung 44: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Standort Teddington, Winter

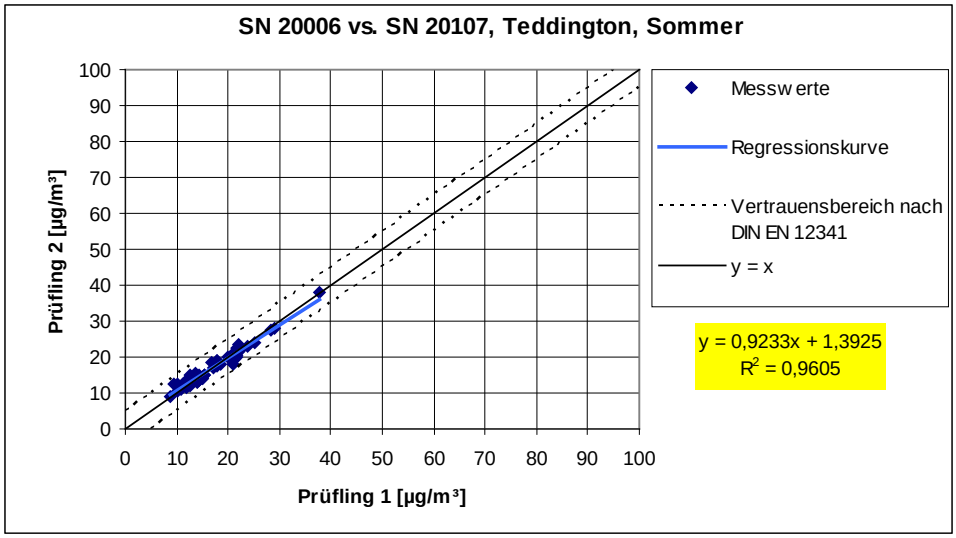


Abbildung 45: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Standort Teddington, Sommer

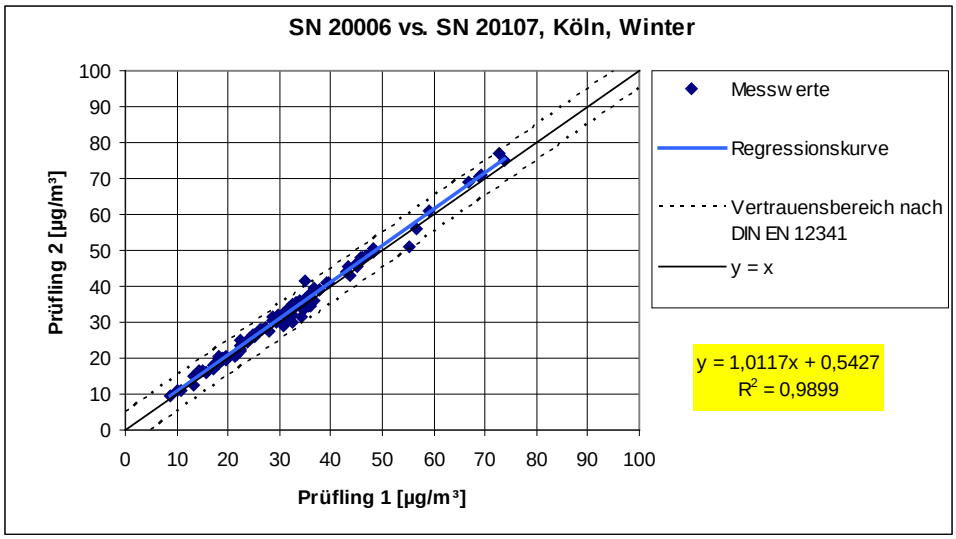


Abbildung 46: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Standort Köln, Parkplatzgelände

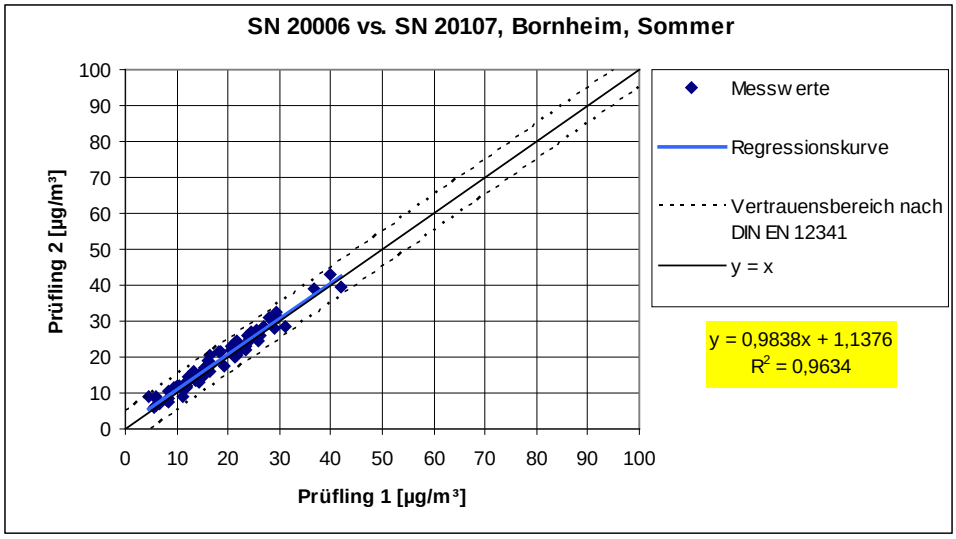


Abbildung 47: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Standort Bornheim

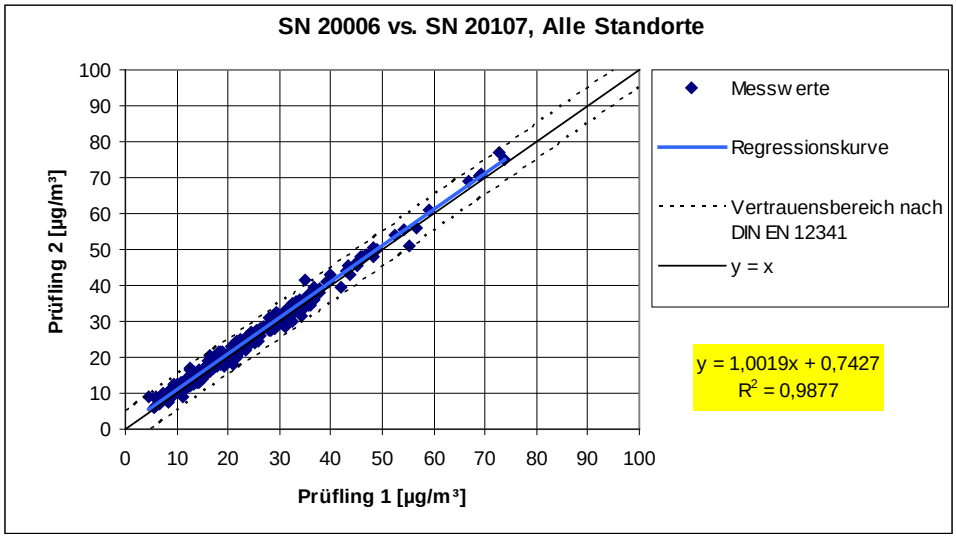


Abbildung 48: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, alle Standorte

6.1 5.4.4 Kalibrierung

Die Prüflinge sind in der Feldprüfung mit dem Referenzverfahren durch Vergleichsmessungen zu kalibrieren. Hierbei ist der Zusammenhang zwischen dem Messsignal und der gravimetrisch bestimmten Referenzkonzentration als stetige Funktion zu ermitteln.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Siehe Modul 5.4.2.

6.3 Durchführung der Prüfung

Für PM_{10}:

Die Vergleichbarkeit der Messeinrichtungen wurde im Rahmen der Prüfung nachgewiesen (siehe Modul 5.4.2).

Zur Bestimmung der Kalibrier- bzw. Analysenfunktion wird auf den gesamten Datensatz (237 valide Messwertpaare für SN 20006, 230 valide Messwertpaare für SN 20107) zurückgegriffen.

Die Kennwerte der Kalibrierfunktion

$$y = m * x + b$$

wurden durch lineare Regression ermittelt. Die Analysenfunktion ist die Umkehrung der Kalibrierfunktion. Sie lautet:

$$x = 1/m * y – b/m$$

Die Steigung m der Regressionsgeraden charakterisiert die Empfindlichkeit des Messgerätes, der Ordinatenabschnitt b den Nullpunkt.

Es ergeben sich die in Tabelle 22 aufgeführten Kennwerte.

Tabelle 22: Ergebnisse der Kalibrier- und Analysenfunktion, Messkomponente PM_{10}

Geräte-Nr.	Kalibrierfunktion		Analysenfunktion	
	Y = m * x + b		x = 1/m * y - b/m	
	m	b	1/m	b/m
	µg/m³ / µg/m³	µg/m³	µg/m³ / µg/m³	µg/m³
Gerät 1 (SN 20006)	0,981	0,160	1,019	0,163
Gerät 2 (SN 20107)	0,986	1,148	1,014	1,164

6.5 Bewertung

Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen dem Referenzmessverfahren und der Geräteanzeige konnte nachgewiesen werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe Modul 5.4.2.

6.1 5.4.5 Querempfindlichkeit

Der Störeinfluss durch die im Messgut enthaltene Feuchte darf im Bereich des Grenzwertes nicht mehr als 10 % des Grenzwerts betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht notwendig.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Ermittlung des Störeinflusses durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte erfolgte unter Feldbedingungen.

Hierzu wurde aus den Felduntersuchungen für Tage mit einer relativen Feuchte > 70 % die Differenzen zwischen dem ermittelten Referenzwert (= Sollwert) und dem Messwert des jeweiligen Prüfling errechnet und die mittlere Differenz als konservative Abschätzung für den Störeinfluss durch die im Messgut enthaltene Feuchte angesetzt.

Zusätzlich wurden aus den Felduntersuchungen für Tage mit einer relativen Feuchte > 70 % die Referenz-Äquivalenzfunktionen für beide Testgeräte bestimmt.

6.4 Auswertung

Es wurde aus den Felduntersuchungen für Tage mit einer relativen Feuchte > 70 % die mittlere Differenz zwischen dem ermittelten Referenzwert (= Sollwert) und dem Messwert des jeweiligen Prüfling errechnet und die relative Abweichung zur mittleren Konzentration ermittelt.

Jahresgrenzwert PM_{10} = 40 µg/m³ 10 % von JGW = 4 µg/m

Es wurde weiterhin untersucht, ob die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren gemäß Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" [4] auch für den Fall, dass die Messwerte an Tagen mit einer relativen Feuchte > 70 % gewonnen wurden, gegeben ist.

6.5 Bewertung

Es konnte kein Störeinfluss > 1,9 µg/m³ Abweichung vom Sollwert für PM_{10} durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte auf das Messsignal festgestellt werden. Während des Feldtestes konnte bei wechselnden relativen Luftfeuchten kein negativer Einfluss auf die Messwerte beobachtet werden. Die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren gemäß Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" [4] ist auch für Tage mit einer relativen Luftfeuchte > 70 % gegeben.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 23 zeigt eine zusammenfassende Darstellung.

Tabelle 23: Abweichung zwischen Referenzmessung und Prüfling an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 %, Messkomponente PM_{10}

Feldtest, Tage mit relativer Feuchte >70 %				
		Referenz	SN 20006	SN 20107
Mittelwert	µg/m³	21,8	19,9	20,8
Abweichung zu Mittelwert Referenz in µg/m³	µg/m³	-	1,9	1,0
Abweichung in % von Mittelwert Referenz	%	-	8,7	4,6
Abweichung in % von JGW	%	-	4,8	2,5

Einzelwerte können den Anlagen 5 und 6 im Anhang entnommen werden.

Die Darstellung und Bewertung der Messunsicherheiten W_{CM} an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 % erfolgt in Tabelle 24 und in Tabelle 25. Einzelwerte können den Anlagen 5 und 6 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 24: Vergleich Testgerät 20006 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte, Messkomponente PM_{10}

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	1405-F	SN	SN20006	
Standort	Alle Standorte, rF>70%	Grenzwert	50	µg/m³
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	**1,01**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von b	**0,02**			
Achsabschnitt a	**-0,90**	**signifikant**		
Unsicherheit von a	**0,41**			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	**-0,53**	**µg/m³**		
Unsicherheit u_{c_s} am Grenzwert	**2,26**	**µg/m³**		
Kombinierte Messunsicherheit w_{CM}	**4,52**	**%**		
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	**9,03**	**%**		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	**bestanden**			

Tabelle 25: Vergleich Testgerät 20107 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte, Messkomponente PM_{10}

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	1405-F	SN	SN20107	
Standort	Alle Standorte, rF>70%	Grenzwert	50	µg/m³
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	**1,00**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von b	**0,02**			
Achsabschnitt a	**0,15**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von a	**0,39**			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	**0,27**	**µg/m³**		
Unsicherheit u_{c_s} am Grenzwert	**2,13**	**µg/m³**		
Kombinierte Messunsicherheit w_{CM}	**4,26**	**%**		
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	**8,52**	**%**		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	**bestanden**			

6.1 5.4.6 Mittelungseinfluss

Die Messeinrichtung muss die Bildung von 24 h-Mittelwerten ermöglichen.

Die Summe aller Filterwechsel darf innerhalb von 24 h nicht mehr als 1 % dieser Mittelungszeit betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung wurde zusätzlich eine Uhr bereitgestellt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde geprüft, ob die Messeinrichtung die Bildung eines Tagesmittelwertes ermöglicht.

6.4 Auswertung

Die FDMS-Einheit der Messeinrichtung schaltet abwechselnd alle sechs Minuten zwischen den Betriebsmodi „Basismodus“ und „Referenzmodus“ zur Berücksichtigung des Anteil der halbflüchtigen Partikel (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung).

Auf Basis der ermittelten Massenkonzentrationen im „Basismodus“ und des jeweilig anschließenden „Referenzmodus“ wird die ausgegebene Massenkonzentration bestimmt.

Beispiel:

Das Gerät sammelt sechs Minuten lang im „Basismodus“ und bestimmt eine Basismassenkonzentration von 5 µg/m³. Danach sammelt das Gerät sechs Minuten lang im „Referenzmodus“ und bestimmt eine Referenzmassenkonzentration von -1 µg/m³. Die ausgegebene Massenkonzentration beträgt dann 5 µg/m³ - (-1 µg/m³) = 6 µg/m³.

Die eigentlich verfügbare Probenahmezeit (= Basismodus) pro Messzyklus liegt damit bei exakt 50 % der Gesamtzykluszeit. Die Ergebnisse aus den Felduntersuchungen gemäß Punkt 6.1 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge aus diesem Bericht zeigen, dass bei dieser Gerätekonfiguration die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren sicher nachgewiesen werden konnte und die Bildung von Tagesmittelwerten damit gesichert möglich ist.

6.5 Bewertung

Die Bildung von validen Tagesmittelwerten ist möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.4.7 Konstanz des Probenahmevolumenstroms

Der über der Probenahmedauer gemittelte Probenahmevolumenstrom muss auf ± 3 % vom Sollwert konstant sein. Alle Momentanwerte des Probenahmevolumenstroms müssen während der Probenahmedauer innerhalb der Schwankungsbreite von ± 5 % des Sollwertes liegen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung wurden zusätzlich ein Durchflussmesser gemäß Punkt 4 bereitgestellt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Der Probenahmevolumenstrom wurde vor dem ersten Feldteststandort kalibriert und dann vor jedem Feldteststandort mit Hilfe einer trockenen Gasuhr bzw. eines Massendurchflussmessers auf Korrektheit überprüft und falls erforderlich nachjustiert.

Bei der Messeinrichtung TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor wird der Gesamtdurchfluss von 16,67 l/min am Inlet in insgesamt zwei Teilströme aufgesplittet, den PM_{10}-Kanal mit 3 l/min sowie den Bypass mit 13,67 l/min.

Um die Konstanz der relevanten Probenahmevolumenströme zu ermitteln, wurden die Durchflussraten für PM_{10} und Gesamtdurchfluss am Standort Köln, Winter, welcher sich zeitweise durch hohe Konzentrationen und Filterbeladung bis zu >50 % ausgezeichnet hatte, in den Prüflingen aufgezeichnet und die Durchflussraten auf 24 h – Basis und ausgewertet .

6.4 Auswertung

Aus den ermittelten Messwerten für den Durchfluss wurden Mittelwert, Standardabweichung sowie Maximal- und Minimalwert bestimmt.

6.5 Bewertung

Die Ergebnisse der vor jedem Feldteststandort durchgeführten Überprüfung der Durchflussrate sind in Tabelle 26 dargestellt.

Tabelle 26: Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate

Durchflussüberprüfung vor Standort:		SN 20006		SN 20107	
		[l/min]	Abw. vom Soll [%]	[l/min]	Abw. vom Soll [%]
Teddington, Winter	PM_{10}	3,02	0,67	3,02	0,67
	Gesamt	16,61	-0,36	16,77	0,60
Teddington, Sommer	PM_{10}	3,14	4,66	3,07	2,33
	Gesamt	17,35	4,08	16,96	1,74
Köln, Winter	PM_{10}	2,96	-1,33	3,05	1,67
	Gesamt	16,40	-1,62	16,22	-2,70
Bornheim, Sommer	PM_{10}	3,08	2,67	2,80	-6,67
	Gesamt	16,73	0,36	16,73	0,36

Die grafischen Darstellungen der Durchflüsse für PM_{10} (Soll: 3 l/min) und den Gesamtdurchfluss (Soll: 16,67 l/min) zeigen, dass alle während der Probenahme ermittelten Messwerte weniger als ±5 % vom jeweiligen Sollwert abweichen. Die Abweichung der 24h-Mittelwerte für den Gesamtdurchfluss von 16,67 l/min sind ebenfalls deutlich kleiner als die geforderten ±3 % vom Sollwert.

Alle ermittelten Tagesmittelwerte weichen weniger als ± 3 %, alle Momentanwerte weniger als ± 5 % vom Sollwert ab.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 27 und Tabelle 28 sind die ermittelten Kenngrößen für den Durchfluss aufgeführt. Abbildung 49 bis Abbildung 54 zeigen eine grafische Darstellung der Durchflussmessungen an den beiden Testgeräten SN 20006 und SN 20107.

Tabelle 27: Kenngrößen für die Gesamtdurchflussmessung (24h-Mittel, Köln, Winter), SN 20006

Anzahl 24h-Werte	Mittelwert [l/min]	Abw. vom Sollwert [%]	Std. Abw. [l/min]	Max [l/min]	Min [l/min]
106	16,65	-0,096	0,02	16,77	16,56

Tabelle 28: Kenngrößen für die Gesamtdurchflussmessung (24h-Mittel, Köln, Winter), SN 20107

Anzahl 24h-Werte	Mittelwert [l/min]	Abw. vom Sollwert [%]	Std. Abw. [l/min]	Max [l/min]	Min [l/min]
106	16,67	0,001	0,02	16,73	16,59

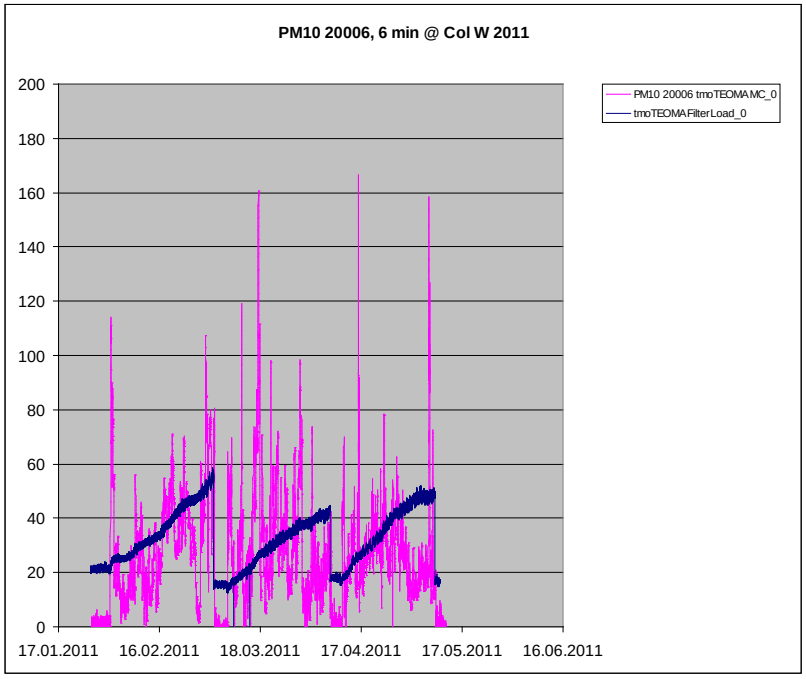


Abbildung 49: Verlauf der PM-Konzentrationen [µg/m³] und der Filterbeladung [%], Testgerät SN 20006, Köln, Winter

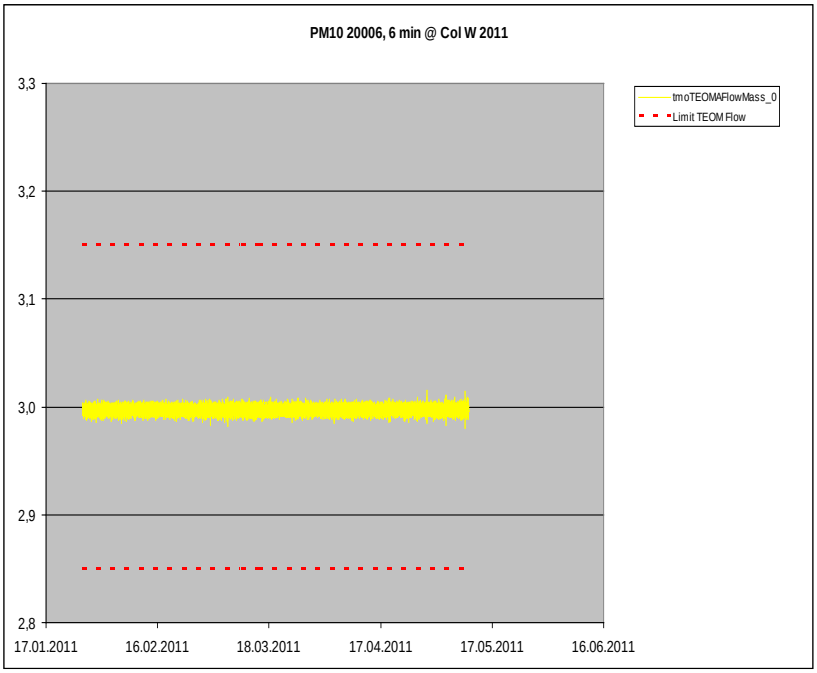


Abbildung 50: PM_{10}-Durchfluss am Testgerät SN 20006, Köln, Winter

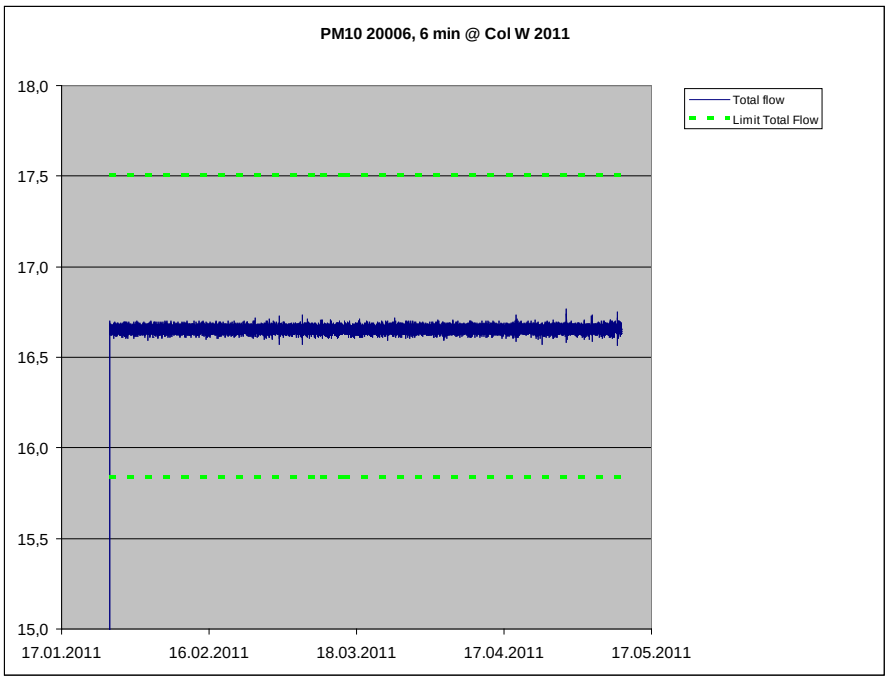


Abbildung 51: Gesamt-Durchfluss am Testgerät SN 20006, Köln, Winter

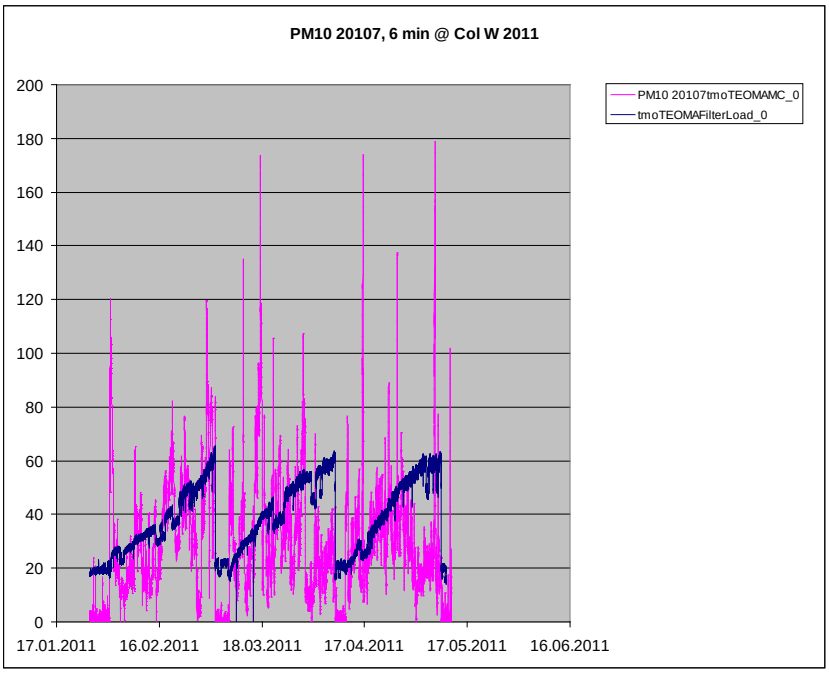


Abbildung 52: Verlauf der PM- Konzentrationen [µg/m³] und der Filterbeladung [%], Testgerät SN 20107, Köln, Winter

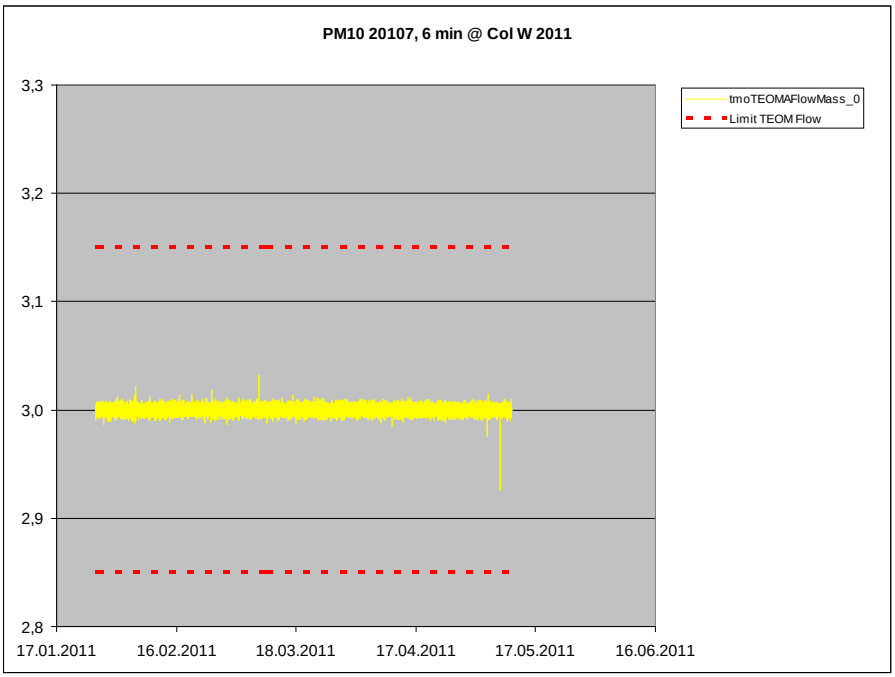


Abbildung 53: PM_{10}-Durchfluss am Testgerät SN 20107, Köln, Winter

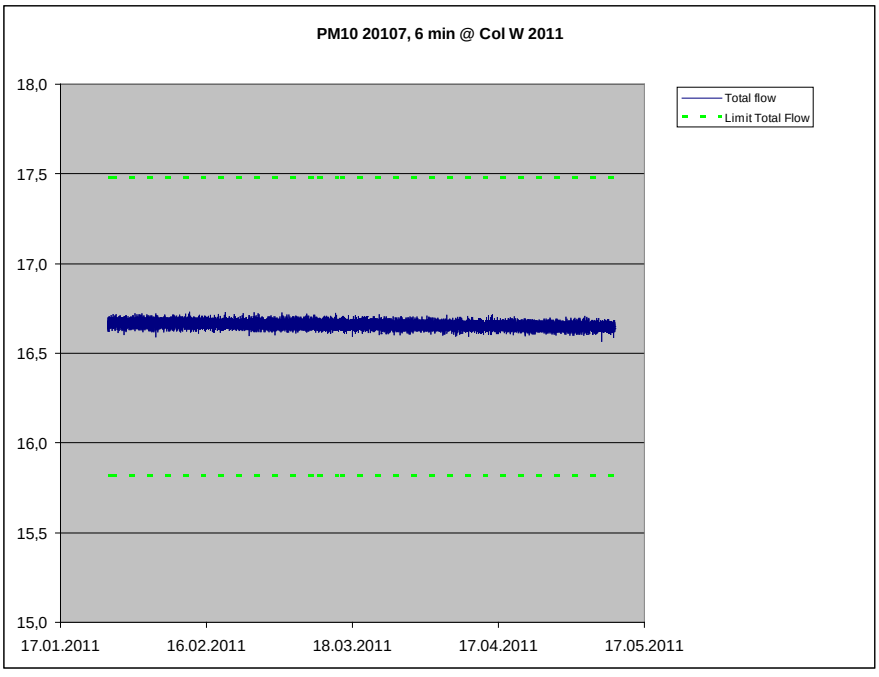


Abbildung 54: Gesamt-Durchfluss am Testgerät SN 20116, Köln, Winter

6.1 5.4.8 Dichtheit des Probenahmesystems

Die gesamte Messeinrichtung ist auf Dichtheit zu prüfen. Die Undichtigkeit darf nicht mehr als 1 % vom durchgesaugten Probenahmevolumen betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Adapter für Durchflussprüfung / Dichtigkeitsprüfung.

6.3 Durchführung der Prüfung

Bei der Messeinrichtung TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor kann eine Dichtigkeitsprüfung mit Hilfe des geräteintern implementierten Dichtigkeitsprüfungsassistenten durchgeführt werden.

Der Dichtigkeitsprüfungsassistent vergleicht die unterschiedlichen Messwerte zwischen Nulldurchfluss (bei abgeschaltetem Vakuum) und Durchfluss durch das Gerät bei blockiertem Einlass (idealerweise sollte hier auch ein Durchfluss von Null gemessen werden).

Die Dichtigkeitsprüfung gilt als bestanden, wenn die Durchflusswerte bei blockiertem Einlass um maximal 0,15 l/min vom Nulldurchfluss beim PM_{10}-Kanal sowie um maximal 0,60 l/min vom Nulldurchfluss beim Bypass-Kanal abweichen.

Die Dichtigkeitsprüfung umfasst sowohl den Basispfad als auch den Referenzpfad.

Die Dichtigkeitsprüfung darf ausdrücklich nur unter Verwendung des Dichtigkeitsprüfungsassistenten durchgeführt werden, da es ansonsten zu Schäden am Gerät kommen kann.

Diese Prozedur wurde jeweils zu Beginn eines jeden Feldteststandorts durchgeführt.

Es wird empfohlen, die Dichtigkeit der Messeinrichtung mit Hilfe der beschriebenen Prozedur einmal pro Monat zu überprüfen.

6.4 Auswertung

Die Dichtigkeitsprüfung mittels Dichtigkeitsprüfungsassistent wurde jeweils zu Beginn eines jeden Feldteststandorts durchgeführt.

Die vom Gerätehersteller implementierten Kriterien zum Bestehen der Dichtigkeitsprüfung – maximale Abweichung der Durchflusswerte bei blockiertem Einlass um maximal 0,15 l/min vom Nulldurchfluss beim PM_{10}-Kanal sowie um maximal 0,60 l/min vom Nulldurchfluss beim Bypass-Kanal - erwiesen sich in der Prüfung als geeignete Kenngrößen zur Überwachung der Gerätedichtigkeit.

Die Dichtigkeitsprüfung darf ausdrücklich nur unter Verwendung des Dichtigkeitsprüfungsassistenten durchgeführt werden, da es ansonsten zu Schäden am Gerät kommen kann.

6.5 Bewertung

Die vom Gerätehersteller implementierten Kriterien zum Bestehen der Dichtigkeitsprüfung – maximale Abweichung der Durchflusswerte bei blockiertem Einlass um maximal 0,15 l/min vom Nulldurchfluss beim PM_{10}-Kanal sowie um maximal 0,60 l/min vom Nulldurchfluss beim Bypass-Kanal - erwiesen sich in der Prüfung als geeignete Kenngrößen zur Überwachung der Gerätedichtigkeit.

Die Dichtigkeitsprüfung darf ausdrücklich nur unter Verwendung des Dichtigkeitsprüfungsassistenten durchgeführt werden, da es ansonsten zu Schäden am Gerät kommen kann.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 29 enthält die ermittelten Werte aus der Dichtigkeitsprüfung.

Tabelle 29: Ergebnisse der Dichtigkeitsprüfungen im Feldtest

		SN 20006			SN 20107		
		Limit [l/min]	Basis [l/min]	Referenz [l/min]	Limit [l/min]	Basis [l/min]	Referenz [l/min]
Teddington, Winter	PM_{10}	0,15	-0,01	-0,01	0,15	-0,06	0,06
	Bypass	0,60	0,0	0,0	0,60	0,16	0,19
Teddington, Sommer	PM_{10}	0,15	0,0	0,0	0,15	0,04	0,04
	Bypass	0,60	0,14	0,14	0,60	-0,07	-0,07
Köln, Winter	PM_{10}	0,15	-0,06	-0,06	0,15	0,04	0,04
	Bypass	0,60	0,11	0,11	0,60	0,0	0,0
Bornheim, Sommer	PM_{10}	0,15	-0,05	-0,05	0,15	0,06	0,06
	Bypass	0,60	0,07	0,08	0,60	0,0	0,0

6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung (Module 5.4.9 – 5.4.11)

Gemäß der Version des Leitfadens vom Januar 2010 [4] müssen zum Nachweis der Äquivalenz die folgenden 5 Kriterien erfüllt werden:

1. Vom Gesamtdatensatz müssen mindestens 20 % der Konzentrationswerte (ermittelt mit Referenzmethode) größer sein als die in 2008/50/EG [7] festgelegte obere Beurteilungsschwelle für Jahresgrenzwerte, d.h. 28 µg/m³ für PM_{10} und 17 µg/m³ für $PM_{2,5}$.
2. Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen muss kleiner sein als 2,5 µg/m³ für alle Daten sowie für einen Datensatz mit Daten größer/gleich 30 µg/m³ für PM_{10} und 18 µg/m³ für $PM_{2,5}$.
3. Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten muss kleiner sein als 2,0 µg/m³.
4. Die erweiterte Unsicherheit (W_{CM}) wird berechnet bei 50 µg/m³ für PM_{10} und bei 30 µg/m³ für $PM_{2,5}$ für jeden einzelnen Prüfling gegen den Mittelwert der Referenzmethode. Für jeden der folgenden Fälle muss die erweiterte Unsicherheit kleiner 25 % sein:
   - Gesamtdatensatz;
   - Datensatz mit PM-Konzentrationen größer/gleich 30 µg/m³ für PM_{10} oder größer/gleich 18 µg/m³ für $PM_{2,5}$, vorausgesetzt der Datensatz enthält 40 oder mehr gültige Datenpaare;
   - Datensätze für jeden einzelnen Standort.
5. Voraussetzung für die Akzeptanz des Komplettdatensatzes ist, dass die Steigung b insignifikant verschieden ist von 1: $|b-1| \le 2 \cdot u(b)$ und der Achsabschnitt a insignifikant verschieden ist von 0: $|a| \le 2 \cdot u(a)$. Wenn diese Voraussetzungen nicht erfüllt werden, dann können die Prüflinge mit den Werten des Gesamtdatensatzes für die Steigung und/oder für den Achsabschnitt kalibriert werden.

In den nachfolgenden Kapiteln wird die Erfüllung der 5 Kriterien geprüft:

Unter Punkt 6.1 5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} werden die Kriterien 1 und 2 geprüft.

Unter Punkt 6.1 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge werden die Kriterien 3, 4 und 5 geprüft.

Unter Punkt 6.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen erfolgt eine Auswertung für den Fall, dass Kriterium 5 nicht ohne Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen erfüllt werden kann.

6.1 5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs}

Bei der Prüfung von $PM_{2,5}$-Messeinrichtungen ist die Unsicherheit zwischen den Prüflingen nach Kapitel 9.5.2.1 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ im Feldtest an mindestens vier für den späteren Einsatz repräsentativen Probenahmeorten zu ermitteln.

Die Untersuchungen werden auch für die Komponente PM_{10} durchgeführt.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest an vier verschiedenen Standorten durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedlich hohe PM_{10} Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG [7]. Für PM_{10} liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 28 µg/m³.

Es wurden an jedem Standort mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (4 Standorte, 237 valide Messwertpaare für SN 20006, 230 valide Messwertpaare für SN 20107) liegen insgesamt 23,3 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 28 µg/m³ für PM_{10}. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

6.4 Auswertung

Gemäß **Punkt 9.5.2.1** des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ gilt:

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} muss ≤ 2,5 µg/m³ liegen. Eine Unsicherheit über 2,5 µg/m³ zwischen den beiden Prüflingen ist ein Hinweis, dass die Leistung eines oder beider Systeme unzureichend ist und die Gleichwertigkeit nicht erklärt werden kann.

Die Unsicherheit wird dabei ermittelt für:

- Alle Standorte gemeinsam (Kompletter Datensatz)
- 1 Datensatz mit Messwerten ≥ 30 µg/m³ für PM_{10} (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Darüber hinaus erfolgt in diesem Bericht auch eine Auswertung für die folgenden Datensätze:

- Jeden Standort einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten < 30 µg/m³ für PM_{10} (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} wird aus den Differenzen aller Tagesmittelwerte (24 h-Werte) der Prüflinge, die parallel betrieben werden, nach folgender Gleichung berechnet:

$$u_{bs}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (y_{i,1} - y_{i,2})^2}{2n}$$

mit $y_{i,1}$ und $y_{i,2}$ = Ergebnisse der parallelen Messungen einzelner 24h-Werte i

n = Anzahl der 24h-Werte

6.5 Bewertung

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} liegt mit maximal 1,35 µg/m³ für PM_{10} unterhalb des geforderten Wertes von 2,5 µg/m³.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 30 führt die berechneten Werte für die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} auf. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 55 bis Abbildung 61.

Tabelle 30: Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} für die Testgeräte SN 20006 und SN 20107, Messkomponente PM_{10}

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit u_{bs}
SN			µg/m³
20006 / 20107	**Alle Standorte**	**251**	**1,09**
Einzelstandorte			
20006 / 20107	Teddington, Winter	46	1,10
20006 / 20107	Teddington, Sommer	49	0,78
20006 / 20107	Köln, Winter	88	1,15
20006 / 20107	Bornheim, Sommer	68	1,20
Klassierung über Referenzwerte			
20006 / 20107	**Werte ≥ 30 µg/m³**	**46**	**1,35**
20006 / 20107	Werte < 30 µg/m³	169	1,03

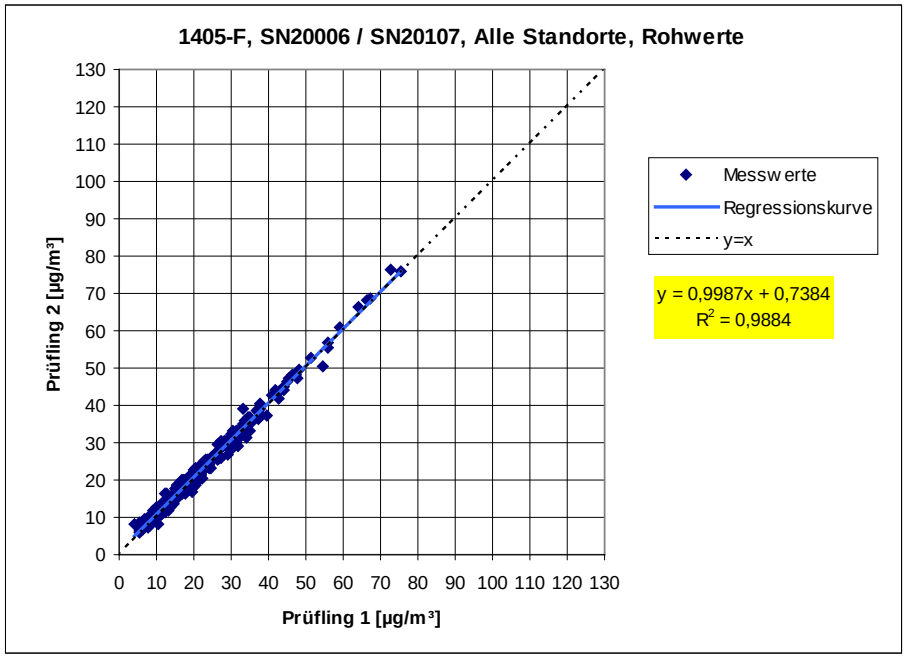

1405-F, SN20006 / SN20107, Alle Standorte, Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 0,9987x + 0,7384
R² = 0,9884

Abbildung 55: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Messkomponente PM_{10}, alle Standorte

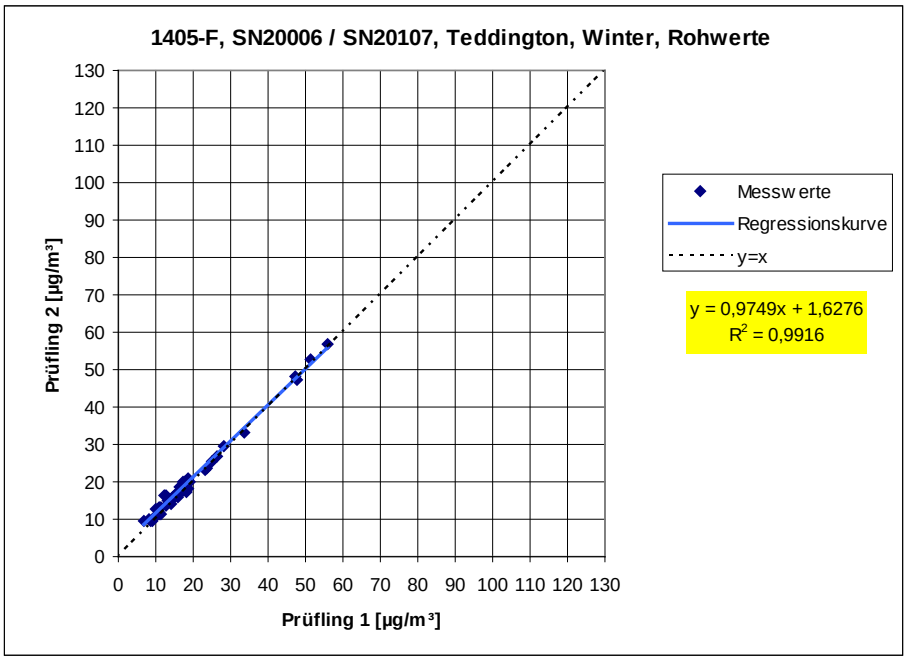

1405-F, SN20006 / SN20107, Teddington, Winter, Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 0,9749x + 1,6276
R² = 0,9916

Abbildung 56: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Standort Teddington, Winter

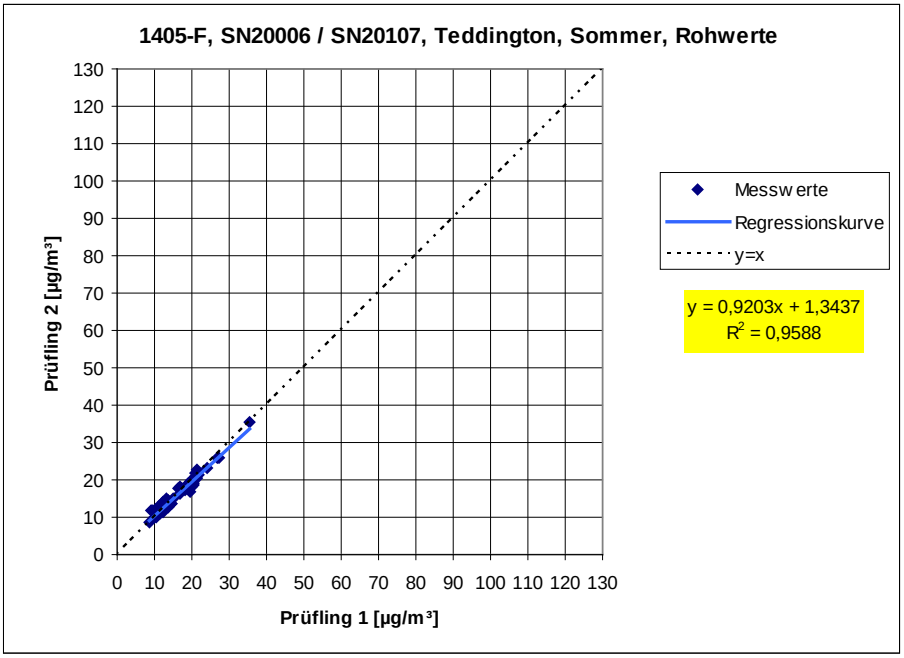

1405-F, SN20006 / SN20107, Teddington, Sommer, Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 0,9203x + 1,3437
R² = 0,9588

Abbildung 57: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Standort Teddington, Sommer

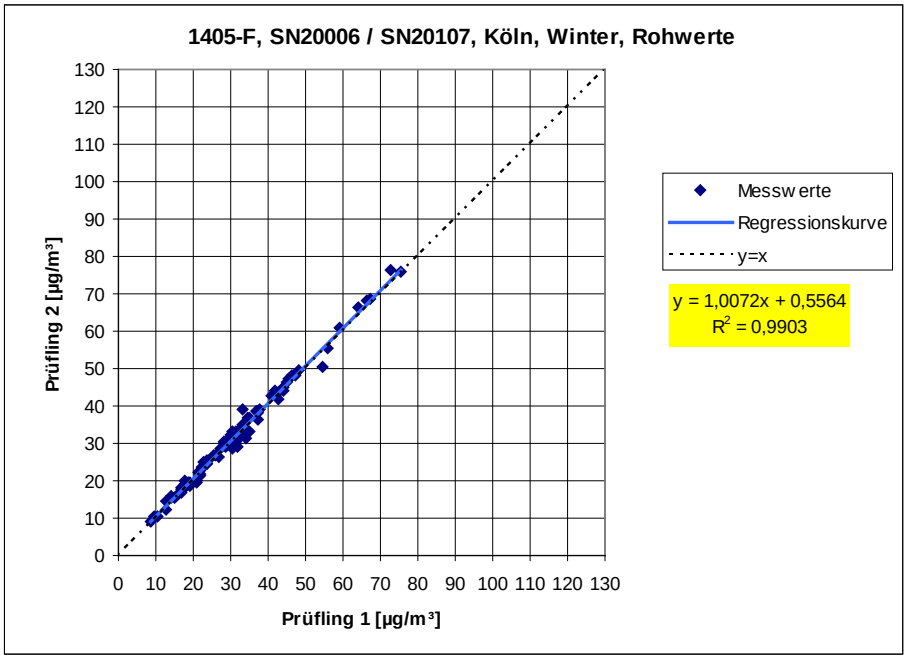

1405-F, SN20006 / SN20107, Köln, Winter, Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 1,0072x + 0,5564
R² = 0,9903

Abbildung 58: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Standort Köln, Winter

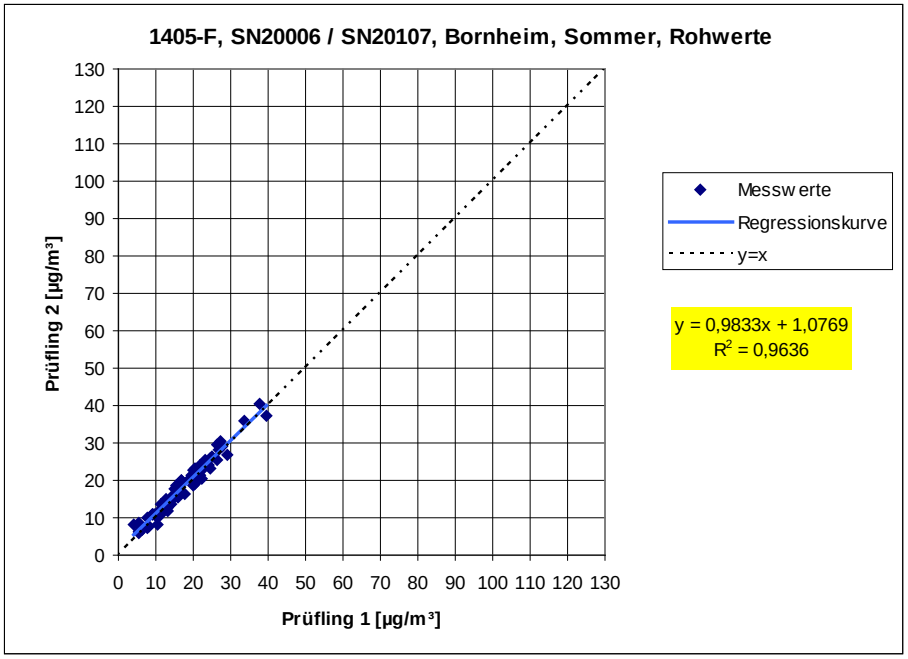

1405-F, SN20006 / SN20107, Bornheim, Sommer, Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 0,9833x + 1,0769
R² = 0,9636

Abbildung 59: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Standort Bornheim, Sommer

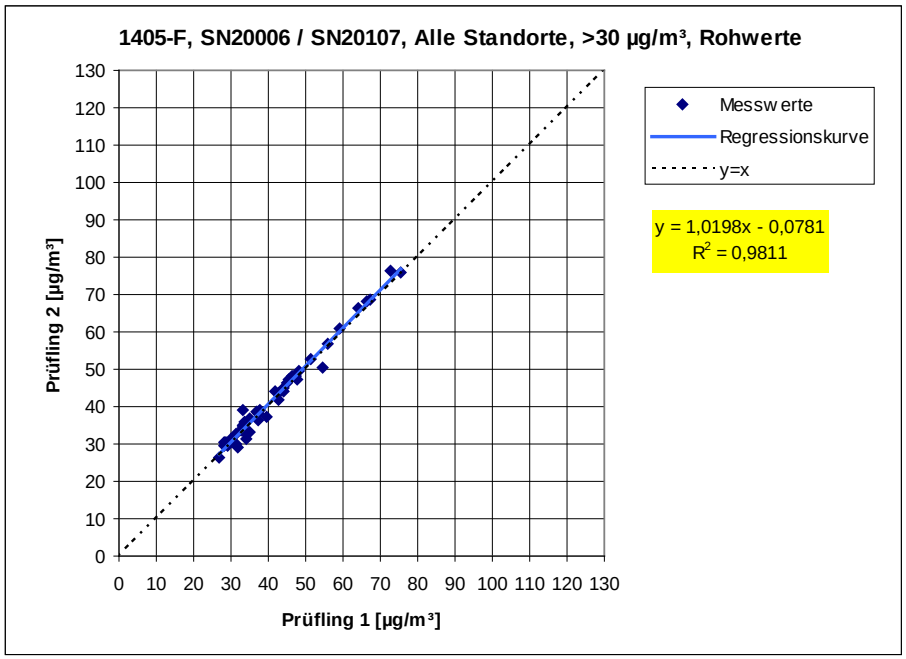

1405-F, SN20006 / SN20107, Alle Standorte, >30 µg/m³, Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 1,0198x - 0,0781
R² = 0,9811

Abbildung 60: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Messkomponente PM_{10}, alle Standorte, Werte ≥ 30 µg/m³

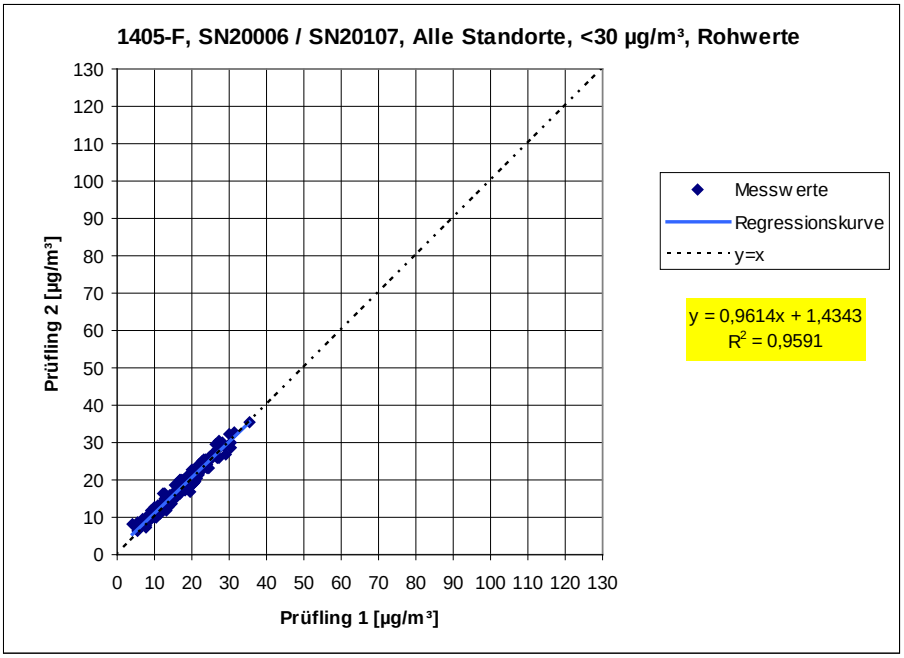

1405-F, SN20006 / SN20107, Alle Standorte, <30 µg/m³, Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 0,9614x + 1,4343
R² = 0,9591

Abbildung 61: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 20006 / SN 20107, Messkomponente PM_{10}, alle Standorte, Werte < 30 µg/m³

6.1 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge

Bei der Prüfung von $PM_{2,5}$-Messeinrichtungen ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren gemäß Kapitel 9.5.2.2 bis 9.5.4 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ im Feldtest an mindestens vier für den späteren Einsatz repräsentativen Probenahmeorten zu nachzuweisen. Die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge ist mit den Anforderungen an die Datenqualität nach Anhang A der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) zu vergleichen.

Die Untersuchungen werden auch für die Komponente PM_{10} durchgeführt.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für diesen Prüfpunkt kamen zusätzlich die Geräte entsprechend Punkt 5 des vorliegenden Berichts zum Einsatz.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest an vier verschiedenen Standorten durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedlich hohe PM_{10} Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG [7]. Für PM_{10} liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 28 µg/m³.

Es wurden an jedem Standort mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (4 Standorte, 237 valide Messwertpaare für SN 20006, 230 valide Messwertpaare für SN 20107) liegen insgesamt 23,3 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 28 µg/m³ für PM_{10}. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

6.4 Auswertung

[Punkt 9.5.2.2] Der Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge wird die Überprüfung der Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten u_{ref} vorangestellt.

Die Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten u_{ref} wird analog der Unsicherheit zwischen den Prüflingen bestimmt und muss ≤ 2 µg/m³ sein.

Die Ergebnisse der Auswertung sind unter Punkt 7.6 zu diesem Prüfpunkt dargestellt.

Um die Vergleichbarkeit der Prüflinge y mit dem Referenzverfahren x zu beurteilen, wird ein linearer Zusammenhang $y_i = a + bx_i$ zwischen den Messergebnissen beider Methoden angenommen. Der Zusammenhang zwischen den Mittelwerten der Referenzgeräte und den jeweils einzeln zu betrachtenden Prüflingen wird mittels orthogonaler Regression hergestellt.

Die Regression wird berechnet für:

- Alle Standorte gemeinsam
- Jeden Standort einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten PM_{10} ≥ 30 µg/m³ (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Zur weiteren Auswertung wird die Ergebnisunsicherheit u_{c_s} der Prüflinge aus dem Vergleich mit dem Referenzverfahren gemäß der folgenden Gleichung beschrieben, welche u_{CR} als eine Funktion der Feinstaubkonzentration x_i beschreibt.

$$u_{CR}^2(y_i) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + \left[a + (b-1)x_i\right]^2$$

Mit RSS = Summe der (relativen) Residuen aus der orthogonalen Regression

$u(x_i)$ = zufällige Unsicherheit des Referenzverfahrens, sofern der Wert von u_{bs}, der für den Einsatz der Prüflinge berechnet wird, in diesem Test verwendet werden kann
(siehe Punkt 6.1 5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen ubs)

Algorithmen zur Berechnung des Achsabschnitts a sowie der Steigung b und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [4] ausführlich beschrieben.

Die Summe der (relativen) Residuen RSS wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$RSS = \sum_{i=1}^{n} (y_i - a - bx_i)^2$$

Die Unsicherheit u_{CR} wird berechnet für:

- Alle Standorte gemeinsam
- Jeden Standort einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten $PM_{10} \geq 30$ µg/m³ (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Voraussetzung für die Akzeptanz des Gesamtdatensatzes ist gemäß Leitfaden:

- Die Steigung b ist insignifikant verschieden von 1: $|b-1| \leq 2 \cdot u(b)$

Und

- Der Achsabschnitt a ist insignifikant verschieden von 0: $|a| \leq 2 \cdot u(a)$

Wobei u(b) und u(a) die Standardunsicherheiten der Steigung und des Achsabschnitts beschreiben, berechnet als Wurzel der Varianz. Wenn diese Vorbedingungen nicht erfüllt sind, dann können die Prüflinge gemäß Punkt 9.7 des Leitfadens kalibriert werden (siehe auch 6.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen. Die Kalibrierung darf nur für den Gesamtdatensatz durchgeführt werden.

[Punkt 9.5.3] Für alle Datensätze wird die kombinierte Unsicherheit der Prüflinge $w_{c,CM}$ durch Kombination der Beiträge aus 9.5.2.1 und 9.5.2.2 gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

$$w_{c,CM}^2(y_i) = \frac{u_{CR}^2(y_i)}{y_i^2}$$

Für jeden Datensatz wird die Unsicherheit $w_{c,CM}$ auf einem Level von y_i = 50 µg/m³ für PM_{10} berechnet.

[Punkt 9.5.4] Für jeden Datensatz wird die erweiterte relative Unsicherheit der Ergebnisse der Prüflinge durch Multiplizieren von $w_{c,CM}$ mit einem Erweiterungsfaktor k nach folgender Gleichung berechnet:

$$W_{CM} = k \cdot w_{CM}$$

In der Praxis wird bei großen n für k=2 eingesetzt.

[Punkt 9.6]

Die größte resultierende Unsicherheit W_{CM} wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

1. $W_{CM} \leq W_{dqo}$ → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.
2. $W_{CM} > W_{dqo}$ → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit W_{dqo} beträgt für Feinstaub 25 % [7].

6.5 Bewertung

Die ermittelten Unsicherheiten W_{CM} liegen ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit W_{dqo} von 25 % für Feinstaub.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Nachfolgende Tabelle 31 zeigt einen Überblick über alle Ergebnisse der Äquivalenzprüfung für den Prüfling TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor für PM_{10}. Für den Fall, dass ein Kriterium erfüllt wird oder nicht, ist der Text in den Zellen in grüner oder roter Farbe dargestellt. Darüber hinaus sind entsprechend den fünf Prüfkriterien aus Punkt 6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung die zugehörigen Zellen selbst farblich hinterlegt.

Tabelle 31: Übersicht Äquivalenzprüfung TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor für PM_{10}

FDMS-1405F, PM10	23.3% > 28 µg m-3	Orthogonale Regression				Unsicherheit zwischen den Geräten	
	WCM / %	nc-s	r2	Steigung (b) +/- ub	Achsabschnitt (a) +/- ua	Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	8,4	215	0,973	0,994 +/- 0,011	0,395 +/- 0,291	0,48	1,09
< 30 µg m-3	12,0	169	0,882	1,055 +/- 0,028	-0,567 +/- 0,501	0,46	1,03
> 30 µg m-3	9,5	46	0,963	0,992 +/- 0,029	0,218 +/- 1,274	0,55	1,35

SN 20006	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 50 µg m-3	
		nc-s	r2	Steigung (b) +/- ub	Achsabschnitt (a) +/- ua	WCM / %	% > 28 µg m-3
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	42	0,895	1,112 +/- 0,057	0,055 +/- 0,883	23,71	2,4
	Köln (Winter)	74	0,987	0,992 +/- 0,013	0,327 +/- 0,461	6,23	55,4
	Bornheim (Sommer)	55	0,931	1,134 +/- 0,041	-2,097 +/- 0,750	20,10	3,6
	Teddington (Winter)	66	0,987	0,959 +/- 0,014	-1,549 +/- 0,337	15,22	16,7
Gesamtdatensätze	< 30 µg m-3	186	0,860	1,069 +/- 0,029	-1,377 +/- 0,528	12,26	2,2
	> 30 µg m-3	51	0,966	0,986 +/- 0,026	-0,104 +/- 1,147	9,36	100,0
	Alle Standorte	237	0,970	0,994 +/- 0,011	-0,170 +/- 0,294	9,01	23,2

SN 20107	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 50 µg m-3	
		nc-s	r2	Steigung (b) +/- ub	Achsabschnitt (a) +/- ua	WCM / %	% > 28 µg m-3
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	57	0,927	1,065 +/- 0,039	0,807 +/- 0,605	17,19	1,8
	Köln (Winter)	74	0,978	1,005 +/- 0,017	0,710 +/- 0,609	9,35	55,4
	Bornheim (Sommer)	54	0,906	1,112 +/- 0,047	-0,860 +/- 0,859	21,03	3,7
	Teddington (Winter)	45	0,983	0,934 +/- 0,019	0,108 +/- 0,455	14,07	13,3
Gesamtdatensätze	< 30 µg m-3	184	0,886	1,052 +/- 0,026	-0,062 +/- 0,467	13,06	2,2
	> 30 µg m-3	46	0,949	1,010 +/- 0,034	-0,139 +/- 1,526	11,60	100,0
	Alle Standorte	230	0,970	0,996 +/- 0,011	0,795 +/- 0,292	9,07	21,7

Kriterium 1
Kriterium 2
Kriterium 3
Kriterium 4
Kriterium 5
Weitere

Die Überprüfung der fünf Kriterien aus Punkt 6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung ergab folgendes Bild:

Kriterium 1: Mehr als 20 % der Daten sind größer als 28 µg/m³.

Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als 2,5 µg/m³.

Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als 2,0 µg/m³

Kriterium 4: Alle erweiterten Unsicherheiten liegen unter 25%.

Kriterium 5: Die Steigung und der Achsabschnitt bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes sind für SN 20006 nicht signifikant. Der Achsabschnitt für SN 20107 ist signifikant größer als erlaubt.

Weitere: Die Auswertung des Gesamtdatensatzes für beide Prüflinge gemeinsam zeigt, dass die Messeinrichtung eine sehr gute Korrelation mit der Referenzmethode aufweist mit einer Steigung von 0,994 und einem Achsabschnitt von 0,395 bei einer erweiterten Gesamtunsicherheit von 8,4 %.

Die Version vom Januar 2010 des Leitfadens ist nicht eindeutig darin, welche Steigung und welcher Achsabschnitt konkret zur Korrektur eines Prüflings verwendet werden sollen, falls dieser Prüfling die Äquivalenzprüfung nicht besteht. Nach Rücksprache mit dem Vorsitzenden der für die Erstellung des Leitfadens verantwortlichen EU-Arbeitsgruppe (Herr Theo Hafkenscheid) wurde entschieden, dass die Anforderung aus der Version vom November 2005 des Leitfadens weiterhin gültig ist und dass die Steigung und der Achsabschnitt aus der orthogonalen Regression für den Gesamtdatensatz herangezogen werden. Diese sind in Tabelle 31 golden hinterlegt und in der Legende mit “Weitere” bezeichnet.

Der UK Equivalence Report aus 2006 [7] hat diesen Punkt als Schwachstelle in der Statistik für den Äquivalenznachweis in der November 2005 Version des Leitfadens beschrieben, da „präzisere“ Geräte dadurch benachteiligt werden (Anhang E Abschnitt 4.2). Die gleiche Schwachstelle wurde 1:1 in die Januar 2010 Version des Leitfadens übernommen. Sowohl der TÜV Rheinland als auch die englischen Partner sind der Meinung, dass der TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor für PM_{10} in der Tat durch die Statistik für seine Präzision benachteiligt wird. Es wird daher vorgeschlagen, denselben pragmatischen Ansatz zu wählen, der in der Vergangenheit in früheren Studien schon zur Anwendung kam. Da einige der Steigungen aus den Einzeldatensätzen größer als 1 sind und andere wiederum kleiner als 1 sind, sollte es keine Veranlassung zu einer Korrektur der Steigung geben.

In diesem konkreten Fall liegt die Steigung für den Gesamtdatensatz ohnehin bei 0,994; deshalb kann keine Steigungskorrektur erfolgen.

Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei 0,395. Es erfolgt daher unter Punkt 6.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen eine zusätzliche Auswertung unter Anwendung des entsprechenden Kalibrierfaktors auf die Datensätze.

Die überarbeitete Fassung des Leitfadens von Januar 2010 enthält die Forderung, dass für eine richtlinienkonforme Überwachung fortlaufend stichprobenweise Überprüfungen bei einer gewissen Anzahl von Geräten in einem Messnetz durchgeführt werden müssen und dass die Anzahl der betroffenen Messorte abhängig ist von der erweiterten Messunsicherheit des Gerätes. Die entsprechende Umsetzung liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfehlen der TÜV Rheinland wie auch die englischen Partner, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes hierzu herangezogen wird, nämlich 8,4 %, was wiederum eine jährliche Überprüfung an 2 Messorten erfordern würde (Leitfaden [4], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6).

Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 32 zeigt einen Überblick über die Unsicherheiten zwischen den Referenzgeräten u_{ref} aus den Felduntersuchungen. In Tabelle 33 erfolgt eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung inkl. der ermittelten erweiterten Messunsicherheiten W_{CM} aus den Feldtestuntersuchungen.

Tabelle 32: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u_{ref} für PM_{10}

Referenz-Geräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit u_{bs}
Nr.			µg/m³
1 / 2	Teddington, Winter	67	0,22
1 / 2	Teddington, Sommer	59	0,33
1 / 2	Köln, Winter	83	0,62
1 / 2	Bornheim, Sommer	59	0,57
1 / 2	Alle Standorte	268	0,48

Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u_{ref} ist an allen Standorten < 2 µg/m³.

Tabelle 33: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 20006 & SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Rohdaten

FDMS-1405F, PM10	23.3% > 28 µg m-3	Orthogonale Regression									Unsicherheit zwischen den Geräten	
	W_{CM} / %	n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	ub	Achsabschnitt (a)	+/-	ua		Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	8,4	215	0,973	0,994	+/-	0,011	0,395	+/-	0,291		0,48	1,09
< 30 µg m-3	12,0	169	0,882	1,055	+/-	0,028	-0,567	+/-	0,501		0,46	1,03
> 30 µg m-3	9,5	46	0,963	0,992	+/-	0,029	0,218	+/-	1,274		0,55	1,35

SN 20006	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m-3	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	ub	Achsabschnitt (a)	+/-	ua		W_{CM} / %	% > 28 µg m-3
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	42	0,895	1,112	+/-	0,057	0,055	+/-	0,883		23,71	2,4
	Köln (Winter)	74	0,987	0,992	+/-	0,013	0,327	+/-	0,461		6,23	55,4
	Bornheim (Sommer)	55	0,931	1,134	+/-	0,041	-2,097	+/-	0,750		20,10	3,6
	Teddington (Winter)	66	0,987	0,959	+/-	0,014	-1,549	+/-	0,337		15,22	16,7
Gesamtdatensätze	< 30 µg m-3	186	0,860	1,069	+/-	0,029	-1,377	+/-	0,528		12,26	2,2
	> 30 µg m-3	51	0,966	0,986	+/-	0,026	-0,104	+/-	1,147		9,36	100,0
	Alle Standorte	237	0,970	0,994	+/-	0,011	-0,170	+/-	0,294		9,01	23,2

SN 20107	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m-3	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	ub	Achsabschnitt (a)	+/-	ua		W_{CM} / %	% > 28 µg m-3
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	57	0,927	1,065	+/-	0,039	0,807	+/-	0,605		17,19	1,8
	Köln (Winter)	74	0,978	1,005	+/-	0,017	0,710	+/-	0,609		9,35	55,4
	Bornheim (Sommer)	54	0,906	1,112	+/-	0,047	-0,860	+/-	0,859		21,03	3,7
	Teddington (Winter)	45	0,983	0,934	+/-	0,019	0,108	+/-	0,455		14,07	13,3
Gesamtdatensätze	< 30 µg m-3	184	0,886	1,052	+/-	0,026	-0,062	+/-	0,467		13,06	2,2
	> 30 µg m-3	46	0,949	1,010	+/-	0,034	-0,139	+/-	1,526		11,60	100,0
	Alle Standorte	230	0,970	0,996	+/-	0,011	0,795	+/-	0,292		9,07	21,7

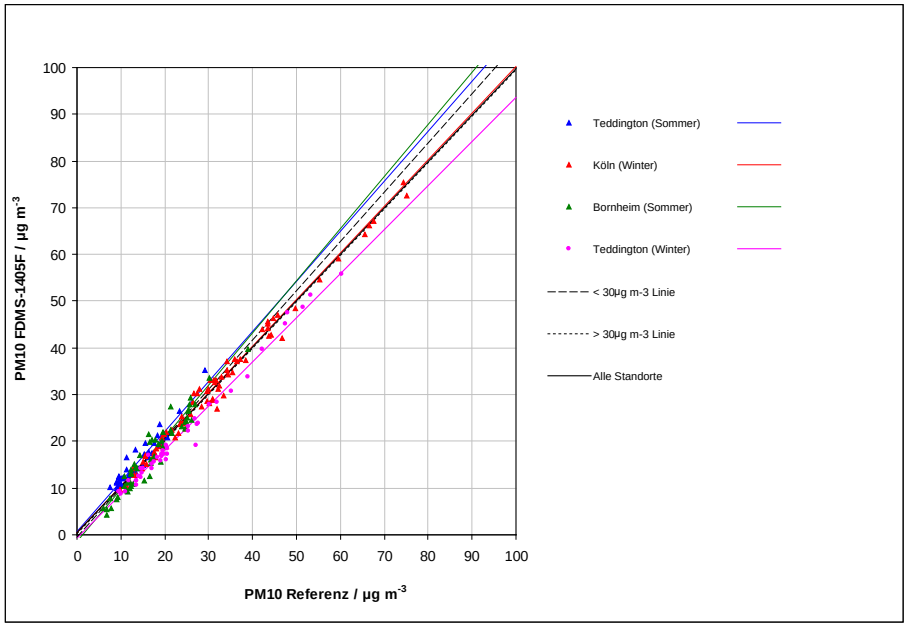


Abbildung 62: Referenz vs. Testgerät, SN 20006 & SN 20107, Messkomponente PM_{10}, alle Standorte

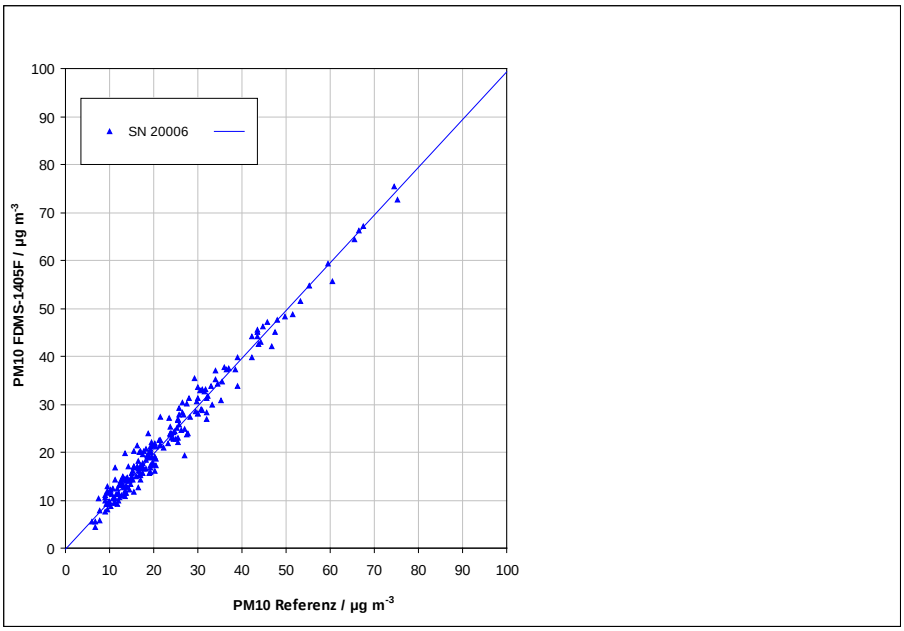


Abbildung 63: Referenz vs. Testgerät, SN 20006, Messkomponente PM_{10}, alle Standorte

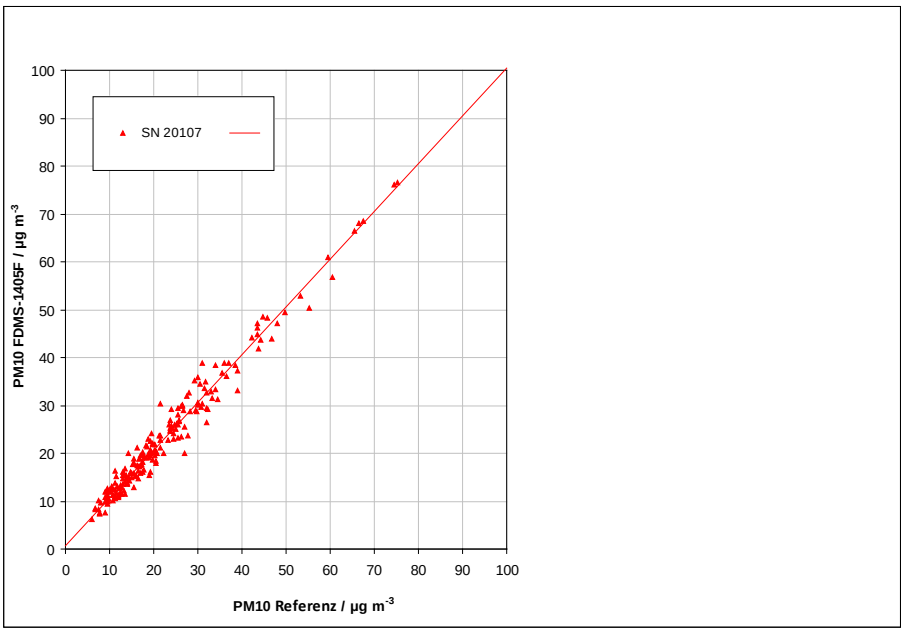


Abbildung 64: Referenz vs. Testgerät, SN 20107, Messkomponente PM_{10}, alle Standorte

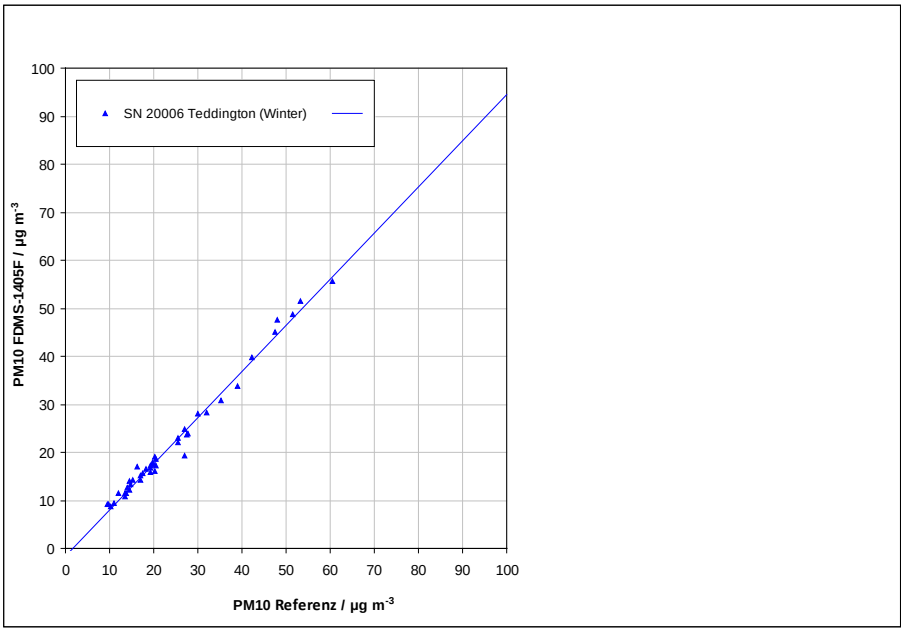


Abbildung 65: Referenz vs. Testgerät, SN 20006, Messkomponente PM_{10}, Teddington, Winter

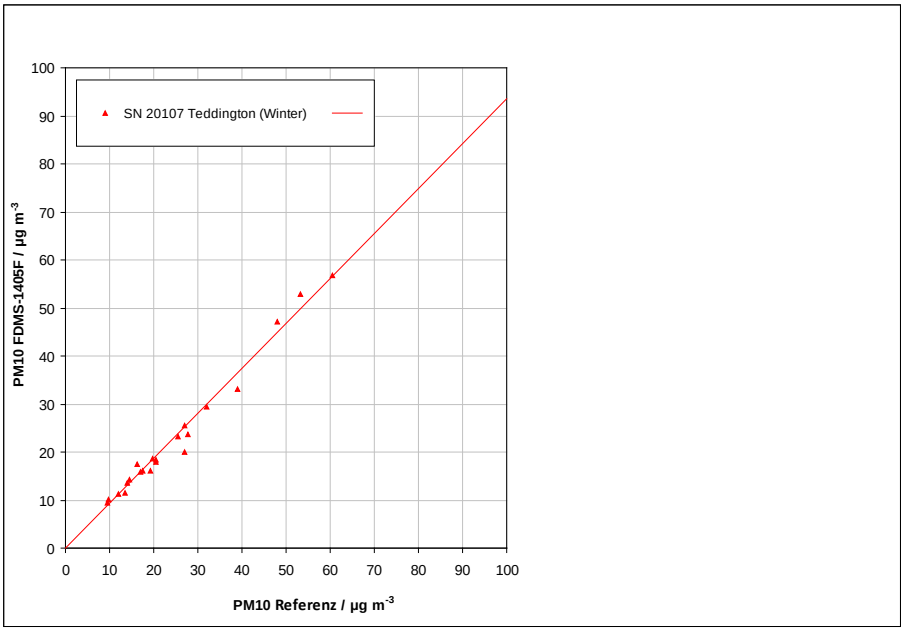


Abbildung 66: Referenz vs. Testgerät, SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Teddington, Winter

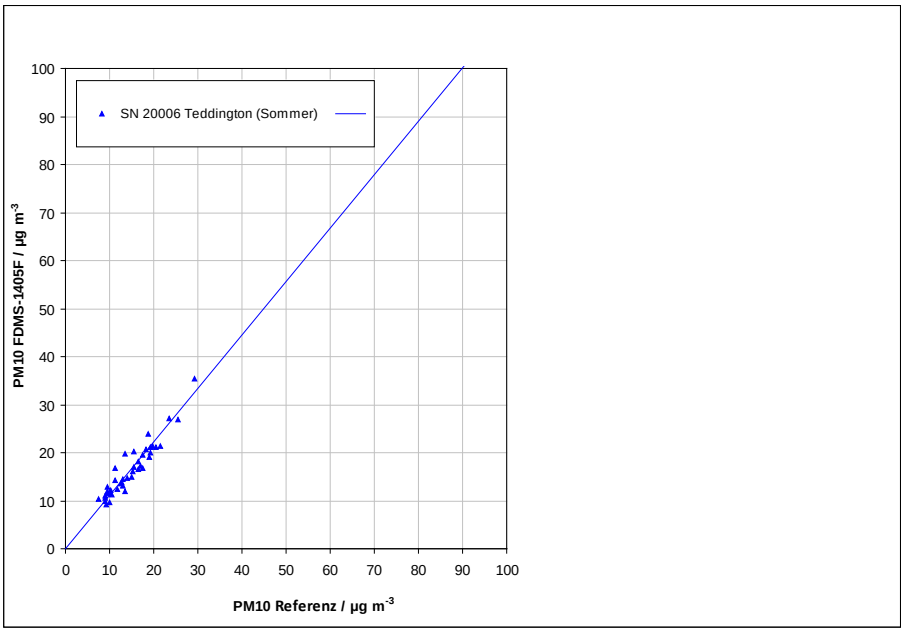


Abbildung 67: Referenz vs. Testgerät, SN 20006, Messkomponente PM_{10}, Teddington, Sommer

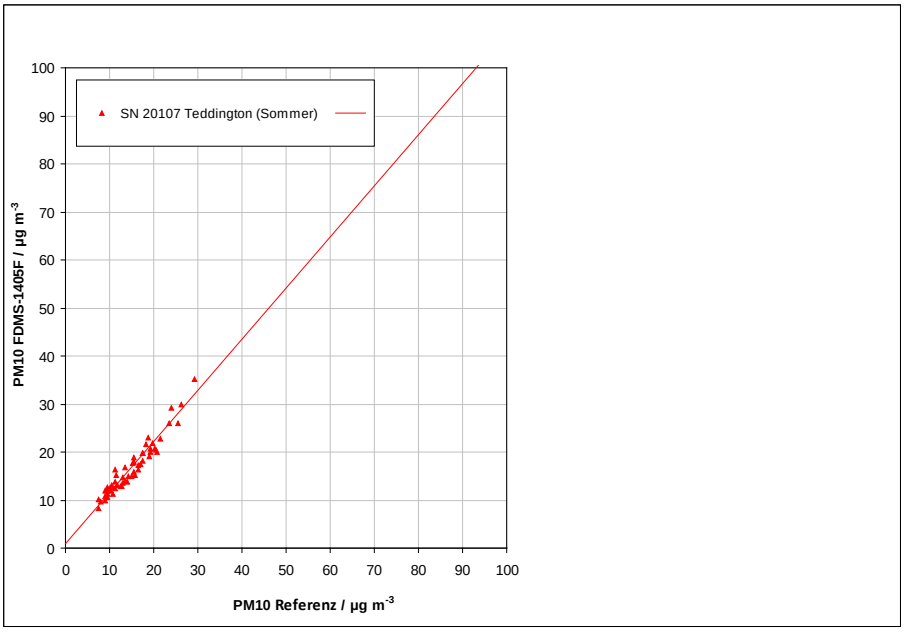


Abbildung 68: Referenz vs. Testgerät, SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Teddington, Sommer

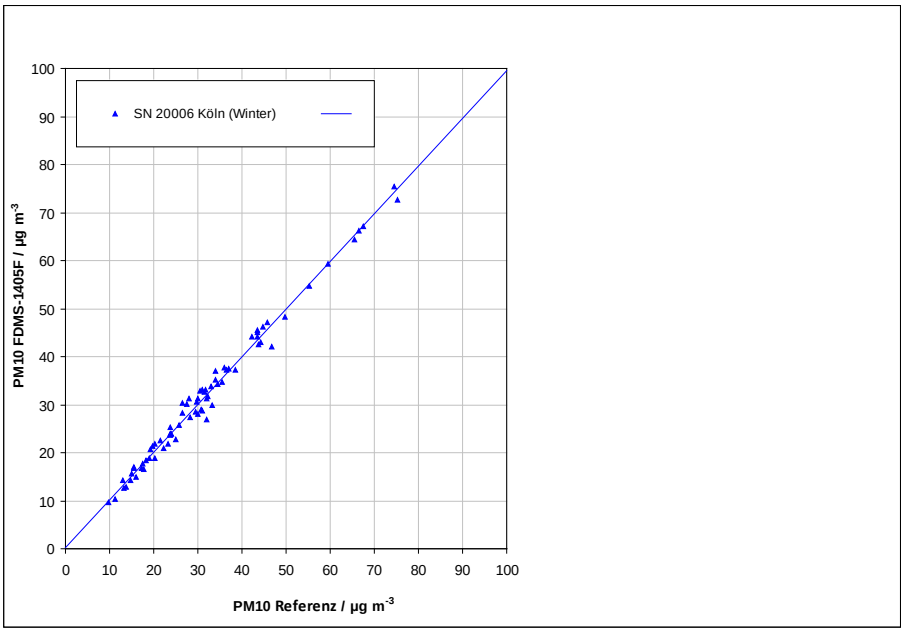


Abbildung 69: Referenz vs. Testgerät, SN 20006, Messkomponente PM_{10}, Köln, Winter

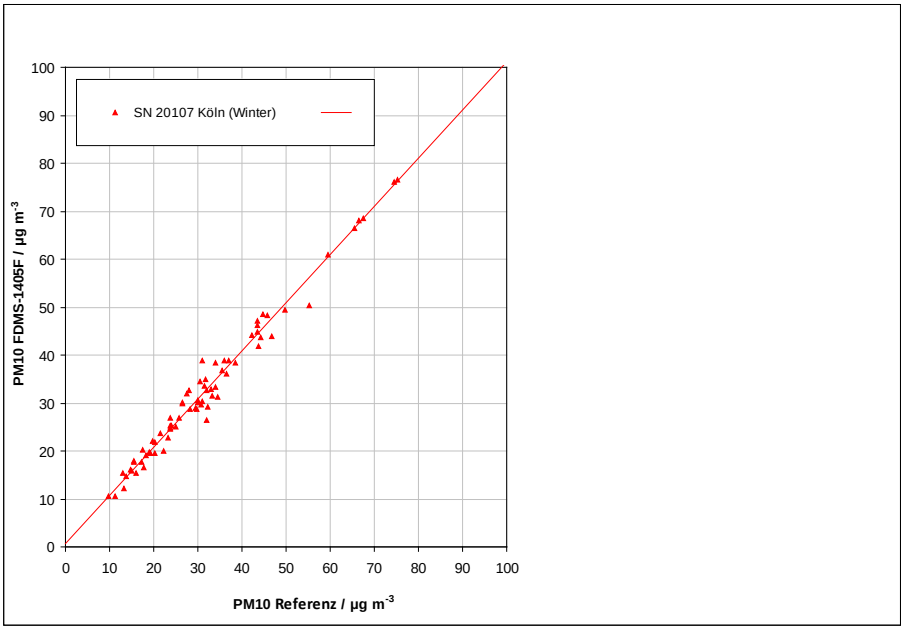


Abbildung 70: Referenz vs. Testgerät, SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Köln, Winter

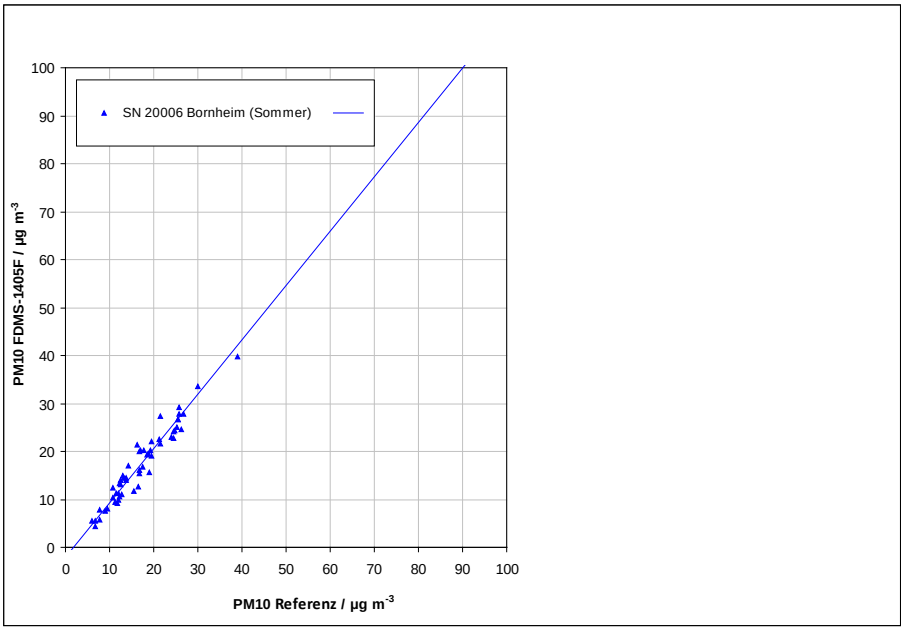


Abbildung 71: Referenz vs. Testgerät, SN 20006, Messkomponente PM_{10}, Bornheim, Sommer

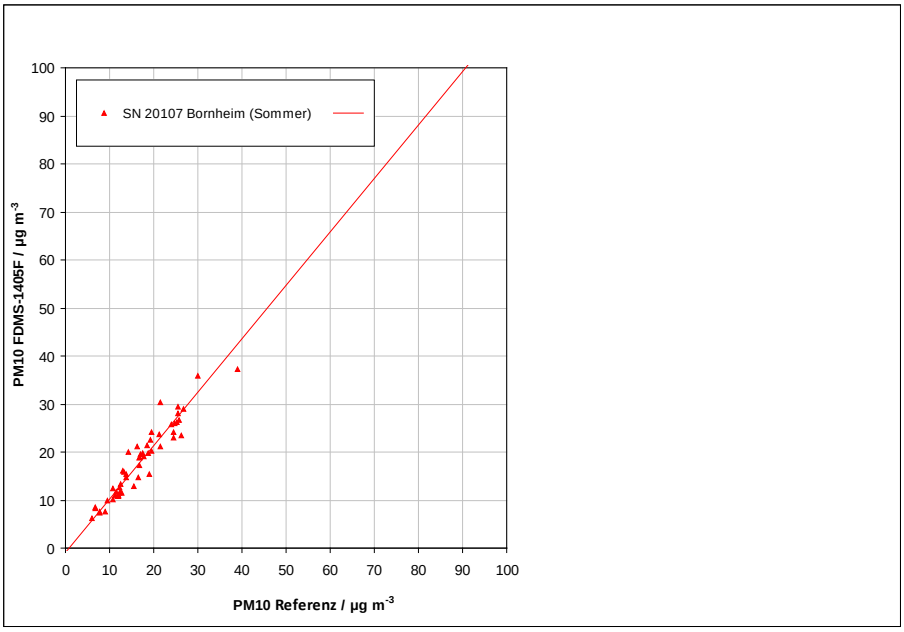


Abbildung 72: Referenz vs. Testgerät, SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Bornheim, Sommer

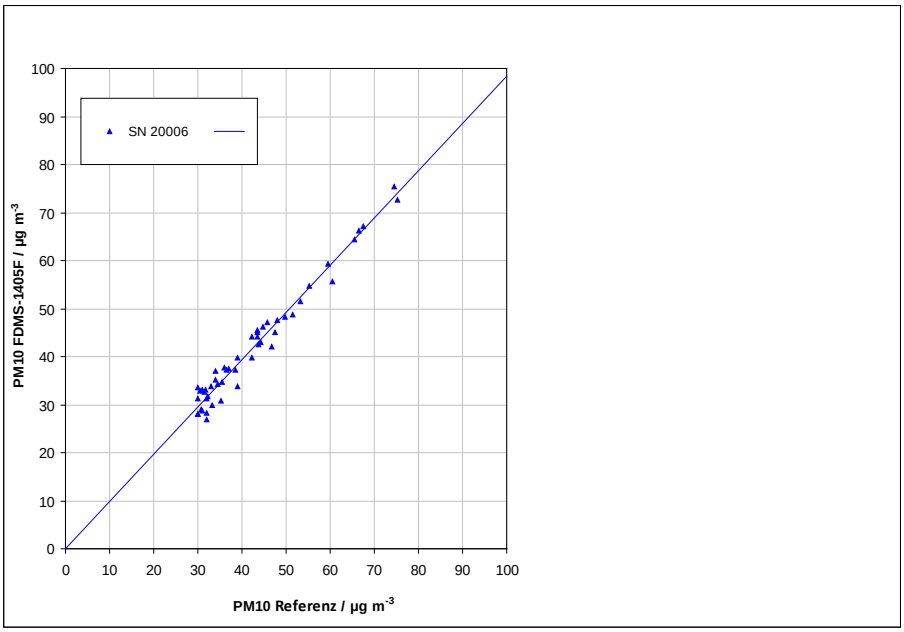


Abbildung 73: Referenz vs. Testgerät, SN 20006, Messkomponente PM_{10}, Werte ≥ 30 µg/m³

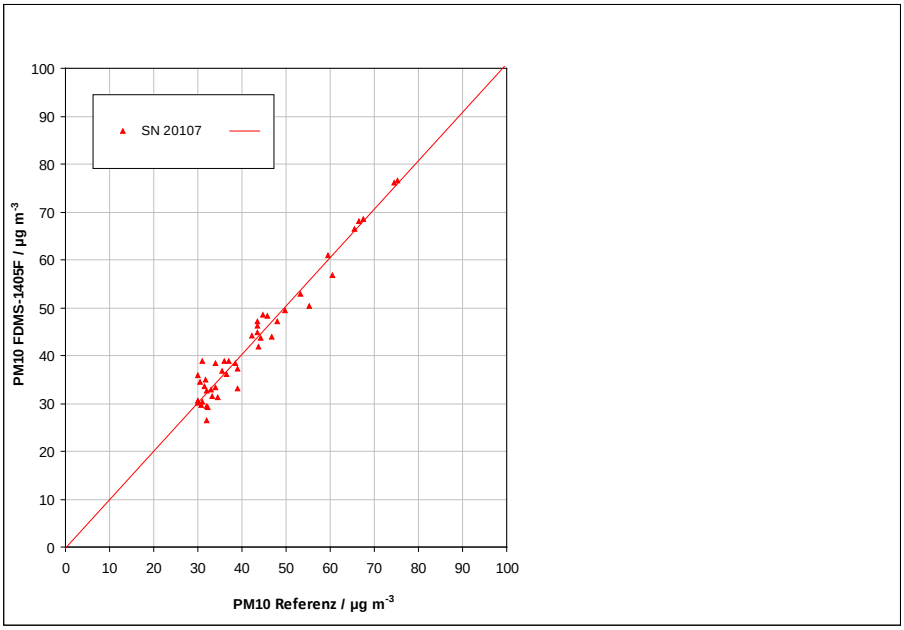


Abbildung 74: Referenz vs. Testgerät, SN 20107, Messkomponente PM_{10}, Werte ≥ 30 µg/m³

6.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen

Ist bei der Prüfung von $PM_{2,5}$-Messeinrichtungen die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität nach Anhang B der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) festgelegte erweiterte relative Unsicherheit, ist eine Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen zulässig. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen gemäß den Punkten 9.5.2.2ff. des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" erfüllen.

Die Untersuchungen werden auch für die Komponente PM_{10} durchgeführt.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Siehe Modul 9.5.2.2 – 9.5.6.

6.4 Auswertung

Tritt bei der Auswertung der Rohwerte gemäß Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 der Fall $W_{CM} > W_{dqo}$ auf, d.h. Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet, dann ist es zulässig, einen Korrekturfaktor oder -term anzuwenden, der aus der Regressionsgleichung für den gesamten Datensatz resultiert. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen für alle Datensätze oder Teildatensätze erfüllen (siehe Modul 9.5.2.2 – 9.5.6). Darüber hinaus kann eine Korrektur auch für den Fall, dass $W_{CM} \leq W_{dqo}$ ist, genutzt werden, um die Genauigkeit der Prüflinge zu verbessern.

Es können drei verschiedene Fälle auftreten:

a) Steigung b nicht signifikant von 1 verschieden: $|b-1| \leq 2u(b)$,
   Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden: $|a| > 2u(a)$

b) Steigung b signifikant von 1 verschieden: $|b-1| > 2u(b)$,
   Achsenabschnitt a nicht signifikant von 0 verschieden: $|a| \leq 2u(a)$

c) Steigung b signifikant von 1 verschieden: $|b-1| > 2u(b)$,
   Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden: $|a| > 2u(a)$

zu a)

Der Wert des Achsenabschnittes a kann als Korrekturterm verwendet werden, um alle Eingangswerte y_i gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = y_i - a$$

Die resultierenden Werte von $y_{i,corr}$ können dazu dienen, mit einer linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u^2_{c\_s}(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + \left[c + (d-1)x_i\right]^2 + u^2(a)$$

mit u(a) = Unsicherheit des Originalachsenabschnittes a, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [4] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 ermittelt.

zu b)

Der Wert der Steigung b kann als Korrekturterm verwendet werden, um alle Eingangswerte y_i gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = \frac{y_i}{b}$$

Die resultierenden Werte von $y_{i,corr}$ können dazu dienen, mit einer neuen linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u^2_{c\_s}(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + \left[c + (d-1)x_i\right]^2 + x_i^2 u^2(b)$$

mit u(b) = Unsicherheit der Originalsteigung b, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [4] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 ermittelt.

zu c)

Die Werte der Steigung b und des Achsenabschnittes a können als Korrekturterme verwendet werden, um alle Eingangswerte y_i gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = \frac{y_i - a}{b}$$

Die resultierenden Werte von $y_{i,corr}$ können dazu dienen, mit einer neuen linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u^2_{c\_s}(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + \left[c + (d-1)x_i\right]^2 + x_i^2 u^2(b) + u^2(a)$$

mit u(b) = Unsicherheit der Originalsteigung b, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln und mit u(a) = Unsicherheit des Originalachsenabschnittes a, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [4] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 ermittelt

Die Werte für $u_{c\_s,corr}$ werden dann zur Berechnung der kombinierten relativen Unsicherheit der Prüflinge nach der Korrektur gemäß der folgenden Gleichung herangezogen:

$$w^2_{c,CM,corr}(y_i) = \frac{u^2_{c\_s,corr}(y_i)}{y_i^2}$$

Für den korrigierten Datensatz wird die Unsicherheit $w_{c,CM,corr}$ am 24 h-Grenzwert berechnet, wobei y_i als Konzentration am Grenzwert eingesetzt wird.

Die erweiterte relative Unsicherheit $W_{CM,corr}$ wird entsprechend der folgenden Gleichung berechnet:

$$W_{CM,corr} = k \cdot w_{CM,corr}$$

In der Praxis wird bei großen n für k = 2 eingesetzt.

Die größte resultierende Unsicherheit $W_{CM,corr}$ wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

1. $W_{CM,corr} \leq W_{dqo}$ → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.
2. $W_{CM,corr} > W_{dqo}$ → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit W_{dqo} beträgt für Feinstaub 25 % [7].

6.5 Bewertung

Die Prüflinge erfüllen während der Prüfung die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen schon ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Die Auswertung des Gesamtdatensatzes für beide Prüflinge ergibt jedoch einen signifikanten Achsabschnitt für SN 20107 (siehe Tabelle 31). Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei 0,395. Aus diesem Grunde wurde eine Achsabschnittskorrektur des gesamten Datensatzes durchgeführt und mit den korrigierten Werten alle Datensätze neu ausgewertet. Alle Datensätze erfüllen auch nach der Korrektur die Anforderungen an die Datenqualität. und die Verbesserung in den erweiterten Messunsicherheiten ist nur relativ marginal.

Die Version des Leitfadens vom Januar 2010 verlangt für den Fall des Betriebs der Messeinrichtung in einem Messnetz, dass die Geräte jährlich an einer Anzahl von Messstellen, die wiederum abhängig ist von der höchsten erweiterten Unsicherheit in der Äquivalenzprüfung, überprüft werden. Das entsprechende Kriterium zur Festlegung der Anzahl der Messstellen ist in 5 % Schritte unterteilt (Leitfaden [4], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6). Es bleibt festzustellen, dass die höchste ermittelte erweiterte Unsicherheit sowohl vor der Korrektur des Achsabschnitts bei SN 20107 in Bornheim (Sommer) im Bereich 20 % bis 25 % liegt und nach der Korrektur des Achsabschnitts weiterhin bei SN 20107 in Bornheim (Sommer) im Bereich 15 % bis 20 % liegt..

Die Anwendung eines Korrekturfaktors für den TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor für PM_{10} verbessert daher die erweiterten Messunsicherheiten leicht, bringt aber keinen entscheidenden Vorteil. Der Nachweis der Äquivalenz der Messeinrichtung TEOM 1405-F Ambient Particulate Monitor für PM_{10} kann auch ohne Anwendung von Korrekturfaktoren und -termen gezeigt werden.

Die entsprechende Umsetzung der oben genannten Anforderung zur regelmäßigen Überprüfung in den Messnetzen liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfehlen der TÜV Rheinland wie auch die englischen Partner, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes des Datensatzes hierzu herangezogen wird, nämlich 8,4 % (unkorrigierter Datensatz) respektive 8,5 % (Datensatz nach Offset-Korrektur), was wiederum eine jährliche Überprüfung an 2 Messorten erfordern würde.

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 34 zeigt die Ergebnisse der Auswertungen der Äquivalenzprüfung nach Anwendung des Korrekturfaktors für den Achsabschnitt auf den Gesamtdatensatz.

Tabelle 34: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 20006 & SN 20107, nach Korrektur Achsabschnitt

FDMS-1405F, PM10, korrigiert um Achsabschnitt 0,395	23,3% > 28 µg m-3	Orthogonale Regression								Unsicherheit zwischen den Geräten	
	W_{CM} / %	n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	ub	Achsabschnitt (a)	+/-	ua	Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	8,5	215	0,973	0,994	+/-	0,011	0,000	+/-	0,291	0,48	1,09
< 30 µg m-3	11,0	169	0,882	1,055	+/-	0,028	-0,962	+/-	0,501	0,46	1,03
> 30 µg m-3	9,8	46	0,963	0,992	+/-	0,029	-0,177	+/-	1,274	0,55	1,35

SN 20006	Datensatz	Orthogonale Regression								Grenzwert 50 µg m-3	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	ub	Achsabschnitt (a)	+/-	ua	W_{CM} / %	% > 28 µg m-3
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	42	0,895	1,112	+/-	0,057	-0,340	+/-	0,883	22,24	2,4
	Köln (Winter)	74	0,987	0,992	+/-	0,013	-0,068	+/-	0,461	6,62	55,4
	Bornheim (Sommer)	55	0,931	1,134	+/-	0,041	-2,492	+/-	0,750	18,70	3,6
	Teddington (Winter)	66	0,987	0,959	+/-	0,014	-1,944	+/-	0,337	16,76	16,7
Gesamtdatensätze	< 30 µg m-3	186	0,860	1,069	+/-	0,029	-1,772	+/-	0,528	11,31	2,2
	> 30 µg m-3	51	0,966	0,986	+/-	0,026	-0,499	+/-	1,147	10,09	100,0
	Alle Standorte	237	0,970	0,994	+/-	0,011	-0,565	+/-	0,294	9,55	23,2

SN 20107	Datensatz	Orthogonale Regression								Grenzwert 50 µg m-3	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	ub	Achsabschnitt (a)	+/-	ua	W_{CM} / %	% > 28 µg m-3
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	57	0,927	1,065	+/-	0,039	0,412	+/-	0,605	15,76	1,8
	Köln (Winter)	74	0,978	1,005	+/-	0,017	0,315	+/-	0,609	8,89	55,4
	Bornheim (Sommer)	54	0,906	1,112	+/-	0,047	-1,255	+/-	0,859	19,65	3,7
	Teddington (Winter)	45	0,983	0,934	+/-	0,019	-0,287	+/-	0,455	15,56	13,3
Gesamtdatensätze	< 30 µg m-3	184	0,886	1,052	+/-	0,026	-0,457	+/-	0,467	11,92	2,2
	> 30 µg m-3	46	0,949	1,010	+/-	0,034	-0,534	+/-	1,526	11,58	100,0
	Alle Standorte	230	0,970	0,996	+/-	0,011	0,400	+/-	0,292	8,86	21,7

6.1 5.5 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen

Mehrkomponentenmesseinrichtungen müssen die Anforderungen für jede Einzelkomponente erfüllen, auch bei Simultanbetrieb aller Messkanäle.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

7. Empfehlungen zum Praxiseinsatz

Arbeiten im Wartungsintervall (4 Wochen)

Folgende regelmäßige Arbeiten sind an der geprüften Messeinrichtung erforderlich:

- Regelmäßige Sichtkontrolle / Telemetrische Überwachung
- Gerätestatus in Ordnung
- Keine Fehlermeldungen
- Keine Verschmutzungen
- Überprüfung der Gerätefunktionen nach Anweisung des Herstellers
- Wartung des Probenahmekopfes gemäß Herstellerangaben
- Monatlicher Austausch des TEOM-Filters (oder falls eine Filterbeladung >90 % erreicht wird)
- Zeitgleich mit dem Austausch des TEOM-Filters muss auch der gekühlte 47 mm-Filter der FDMS-Einheit ausgetauscht werden.
- Alle 4 Wochen: Plausibilitätskontrolle Temperatur-, Drucksensoren, ggf. Nachkalibrierung
- Alle 4 Wochen: Überprüfung der Dichtigkeit
- Alle 4 Wochen: Überprüfung der Durchflussrate, ggf. Nachkalibrierung

Im Übrigen sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten.

Weitergehende Wartungsarbeiten

Über die regelmäßigen Wartungsarbeiten im Wartungsintervall hinausgehend sind folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- Alle 6 Monate (oder nach Bedarf) sollen die Inline-Filter für PM_{10}- und Bypass-Luftpfad getauscht werden um eine Verschmutzung der Durchflussregler zu vermeiden.
- Einmal im Jahr (oder nach Bedarf) sind der Kühler, das Umschaltventil und das Lufteinlass-System zu reinigen.
- Einmal jährlich ist die Kalibrierung des Massenmesswertgebers mit Hilfe des K_0-Überprüfungskits zu überprüfen.
- Der Trockner in der FDMS-Einheit ist einmal jährlich oder nach Bedarf auszutauschen bzw. zu überholen. Der Hersteller empfiehlt zur Überwachung / Sicherstellung einer korrekten Trocknerperformance das Pumpenvakuum (Soll: > 510 mm Hg) und den Taupunkt des Luftstroms (Soll: <2 °C bei 4 °C Kühlertemperatur) zu überwachen sowie periodisch (mindestens einmal jährlich) Nullpunktsuntersuchungen (Betrieb der Messeinrichtung mit Nullfilter am Einlass) durchzuführen.
- Alle 18 Monate oder nach Bedarf muss die Probenahmepumpe gewartet bzw. erneuert werden

Weitere Einzelheiten können der Bedienungsanleitung entnommen werden.

Immissionsschutz/Luftreinhaltung

Karsten Pletscher

Dr. Peter Wilbring

Köln, 25. November 2011
936/21209885/B

8. Literaturverzeichnis

[1] VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002 & September 2010

[2] VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004 & September 2010

[3] Europäische Norm EN 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM 10-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998

[4] Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung vom Januar 2010

[5] Bedienungshandbuch 42-0109785 Revision A.000 22Sep2009

[6] Bedienungshandbuch LVS3, Stand 2000

[7] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa

[9] Bericht „UK Equivalence Programme for Monitoring of Particulate Matter“, Berichts-Nr.: BV/AQ/AD202209/DH/2396 vom 05.06.2006

9. Anlagen

Anhang 1 **Mess- und Rechenwerte**

Anlage 1: Nachweisgrenze
Anlage 2: Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes
Anlage 3: Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit
Anlage 4: Netzspannungsabhängigkeit
Anlage 5: Messwerte aus den Feldteststandorten
Anlage 6: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Anhang 2 **Verfahren zur Filterwägung**

Anhang 3 **Handbücher**

Anlage 1 **Nachweisgrenze** **Blatt 1 von 1**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp 1405F

Serien-Nr. SN 20006 / SN 20107

Standards NP Messwert mit Nullfilter

Nr.	Datum	Messwerte [µg/m³] SN 20006	Datum	Messwerte [µg/m³] SN 20107
1	07.06.2011	1,0	25.10.2010	1,3
2	08.06.2011	1,3	26.10.2010	1,6
3	09.06.2011	0,9	27.10.2010	1,8
4	09.06.2011	0,9	28.10.2010	2,1
5	10.06.2011	0,7	29.10.2010	1,4
6	11.06.2011	0,2	30.10.2010	1,6
7	12.06.2011	0,3	31.10.2010	1,0
8	13.06.2011	1,2	01.11.2010	1,3
9	14.06.2011	1,5	02.11.2010	1,4
10	15.06.2011	1,3	03.11.2010	0,8
11	16.06.2011	1,5	04.11.2010	0,8
12	17.06.2011	1,2	05.11.2010	1,2
13	18.06.2011	0,6	06.11.2010	1,4
14	19.06.2011	1,0	07.11.2010	1,2
15	20.06.2011	0,8	08.11.2010	0,6
	Anzahl Werte	15	Anzahl Werte	15
	Mittelwert	0,96	Mittelwert	1,28
	Standardabweichung s_{x0}	0,38	Standardabweichung s_{x0}	0,38
	Nachweisgrenze X	**0,82**	Nachweisgrenze X	**0,82**

$$s_{xo} = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1}\right) \cdot \sum_{i=1,n} (x_{0i} - \overline{x_0})^2}$$

Anlage 2 **Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt** **Blatt 1 von 1**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp 1405F

Serien-Nr. SN 20006 / SN 20107

Standards NP Messwert mit Nullfilter

			Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3			
SN 20006	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Abw. [µg/m³]		
RP	1	20	2,5	-	2,7	-	2,8	-		
	2	8	0,3	-2,2	0,1	-2,6	0,6	-2,2		
	3	20	2,0	-0,5	2,4	-0,3	2,3	-0,5		
	4	25	3,5	1,0	3,7	1,0	3,2	0,4		
	5	20	2,2	-0,3	1,8	-0,9	2,4	-0,4		
SN 20107	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Abw. [µg/m³]		
RP	1	20	1,1	-	1,1	-	1,3	-		
	2	8	2,0	0,9	-0,4	-1,5	0,0	-1,3		
	3	20	-0,1	-1,2	1,9	0,8	0,7	-0,6		
	4	25	1,9	0,8	2,4	1,3	2,1	0,8		
	5	20	0,9	-0,2	1,4	0,3	1,3	0,0		

Anlage 3 **Umgebungstemperaturabhängigkeit am Referenzpunkt** **Blatt 1 von 1**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Standards RP K_0-Test

Gerätetyp 1405F

Serien-Nr. SN 20006 / SN 20107

			Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3			
SN 20006	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert K_0	Abw. [%]	Messwert K_0	Abw. [%]	Messwert K_0	Abw. [%]		
RP	1	20	15066,2	-	15068,0	-	15087,4	-		
	2	8	15057,7	-0,1	15058,9	-0,1	15074,0	-0,1		
	3	20	15062,0	0,0	15088,2	0,1	15066,5	-0,1		
	4	25	15088,8	0,2	15106,4	0,3	15101,9	0,1		
	5	20	15102,6	0,2	15086,2	0,1	15045,7	-0,3		
SN 20107	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert K_0	Abw. [%]	Messwert K_0	Abw. [%]	Messwert K_0	Abw. [%]		
RP	1	20	17345,5	-	17417,1	-	17383,4	-		
	2	8	17363,4	0,1	17409,0	0,0	17341,2	-0,2		
	3	20	17352,6	0,0	17421,3	0,0	17334,9	-0,3		
	4	25	17388,7	0,2	17436,6	0,1	17381,3	0,0		
	5	20	17397,2	0,3	17442,3	0,1	17404,7	0,1		

Anlage 4 **Netzspannungsabhängigkeit am Referenzpunkt** **Blatt 1 von 1**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Standards RP K_0-Test

Gerätetyp 1405F

Serien-Nr. SN 20006 / SN 20107

			Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3			
SN 20006	Nr.	Spannung [V]	Messwert K_0	Abw. [%]	Messwert K_0	Abw. [%]	Messwert K_0	Abw. [%]		
RP	1	230	14869,8	-	14875,9	-	14918,9	-		
	2	190	14932,1	0,4	14927,6	0,3	14928,8	0,1		
	3	230	14937,7	0,5	14875,3	0,0	14832,3	-0,6		
	4	245	14957,5	0,6	14943,2	0,5	14921,6	0,0		
	5	230	14938,1	0,5	14900,0	0,2	14843,6	-0,5		
SN 20107	Nr.	Spannung [V]	Messwert K_0	Abw. [%]	Messwert K_0	Abw. [%]	Messwert K_0	Abw. [%]		
RP	1	230	17213,3	-	17270,2	-	17268,4	-		
	2	190	17283,1	0,4	17247,2	-0,1	17246,2	-0,1		
	3	230	17265,2	0,3	17221,8	-0,3	17226,0	-0,2		
	4	245	17274,6	0,4	17283,3	0,1	17296,0	0,2		
	5	230	17256,4	0,3	17239,3	-0,2	17220,3	-0,3		

Anlage 5 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 1 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/m³]	SN 20107 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
1	09.12.2009	11,3	11,6	27,5	27,5	41,6	23,8			Teddington (Winter)
2	10.12.2009	16,4	16,2	25,4	25,4	64,2	22,2			
3	11.12.2009	11,8	11,7	20,3	20,2	57,9	16,0			
4	12.12.2009	6,4	6,5	13,5	13,6	47,6	11,5			
5	13.12.2009	8,6	9,1	13,4	13,9	65,1	11,5			
6	14.12.2009	27,9	28,3	35,3	35,3	79,6	30,8			
7	15.12.2009	39,8	38,8	47,6	47,4	82,8	45,2			
8	16.12.2009	24,9	24,5	30,0	30,3	82,0	28,0			
9	17.12.2009	5,7	5,6	10,2	10,1	55,7	8,7			
10	18.12.2009	11,6	11,9	16,9	17,0	69,3	14,2			
11	19.12.2009	10,3	11,0	15,4	14,9	70,4	14,3			
12	20.12.2009	6,2	6,4	11,1	11,0	56,9	9,3			
13	21.12.2009	17,7	17,7	20,2	20,4	87,2	19,0			
14	22.12.2009	29,4	28,9				32,9		PM10 Grubbs Ausreisser	
15	23.12.2009						17,8	Gerät noch nicht in Betrieb		
16	24.12.2009						18,3			
17	25.12.2009						12,2			
18	26.12.2009						8,0			
19	27.12.2009						7,2			
20	28.12.2009						23,3			
21	29.12.2009						10,8			
22	30.12.2009						11,3			
23	31.12.2009	6,0	6,5	15,2	13,9	42,9	12,2			
24	01.01.2010						16,1			
25	02.01.2010						15,0			
26	03.01.2010						20,9			
27	04.01.2010								Nullfilter	
28	05.01.2010	15,6	15,5				18,4		PM10 Grubbs Ausreisser	
29	06.01.2010			19,2	19,3		16,9		PM2,5 Grubbs Ausreisser	
30	07.01.2010	15,3	15,7	19,4	20,1	78,4	17,4			

Anlage 5 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 2 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/m³]	SN 20107 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
31	08.01.2010	14,6	14,9	18,3	18,4	80,3	16,5	Gerät noch nicht in Betrieb		Teddington (Winter)
32	09.01.2010	7,1	6,9	14,6	14,9	47,4	13,2			
33	10.01.2010	16,0	16,1	19,5	19,2	82,9	17,3			
34	11.01.2010	45,7	46,2	51,8	51,3	89,1	48,7		SN 20107 Nullfilter	
35	12.01.2010	43,2	43,6	48,1	48,0	90,4	47,6	47,2		
36	13.01.2010	48,0	48,3	53,4	53,0	90,6	51,4	52,8		
37	14.01.2010	14,1	14,4	16,2	16,3	87,5	17,1	17,5		
38	15.01.2010	14,6	14,4	26,9	27,1	53,6	19,2	19,9		
39	16.01.2010	6,5	6,1	13,5	13,6	46,1	10,7	11,4		
40	17.01.2010	11,0	10,5	20,6	20,6	52,3	17,3	17,9		
41	18.01.2010	21,0	20,4	27,1	26,9	76,7	24,9	25,6		
42	19.01.2010	20,4	20,2	26,5	26,6	76,4			Stromversorgung unterbrochen	
43	20.01.2010	26,6	27,0	32,0	31,9	83,8	28,3	29,5		
44	21.01.2010	20,5	20,9	27,5	27,9	75,0	23,9	23,7		
45	22.01.2010	7,8	7,6	9,7	9,8	78,5	9,2	10,1		
46	23.01.2010	21,0	20,9	25,8	25,1	82,3	23,1	23,3		
47	24.01.2010	16,2	15,9	20,7	20,3	78,4	18,5	18,4		
48	25.01.2010	36,1	35,8	42,0	42,4	85,1	39,8			
49	26.01.2010	50,7	51,1	60,4	60,4	84,2	55,7	56,7		
50	27.01.2010	27,1	27,3	38,9	39,1	69,7	33,9	33,2		
51	28.01.2010	8,3	8,0	13,9	14,1	58,3	12,6	13,7		
52	29.01.2010	5,7	6,0	9,4	9,6	61,5	9,2	9,4		
53	30.01.2010	12,4	12,5	17,6	17,6	70,7	15,6	16,2		
54	31.01.2010	12,2	13,0	17,3	16,9	73,5	15,1	15,9		
55	01.02.2010	8,4	8,3	14,7	14,4	57,5	14,1	14,2		
56	02.02.2010	8,3	8,3	12,0	11,7	70,0	11,6	11,2		
57	03.02.2010	9,4	9,3	19,2	19,2	48,6	15,9	16,1		
58	04.02.2010	12,0	12,4	19,7	19,8	61,7	18,0	18,6		
59	05.02.2010								Inlet -> Nullfilter	
60	06.02.2010								Nullfilter	

Anlage 5 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 3 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/m³]	SN 20107 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
61	07.02.2010								Nullfilter	Teddington
62	08.02.2010							19,9	SN 20006 Nullfilter->Inlet	(Winter)
63	09.02.2010	6,3	6,3	11,6	11,8	53,8	10,8	11,8		
64	10.02.2010	5,8	5,6	12,0	12,4	46,6	10,9	13,2		
65	11.02.2010	12,4	12,0	20,2	20,1	60,5	16,3	18,8		
66	12.02.2010	6,7	6,5	12,6	12,4	52,7	10,1	12,5		
67	13.02.2010	8,8	8,8	15,1	15,4	57,6	11,2	13,2		
68	14.02.2010	13,9	13,4	16,0	16,3	84,8	12,6	16,3		
69	15.02.2010	12,5	12,8	16,0	15,9	79,2	13,5	15,2		
70	16.02.2010	14,9	15,9	18,2	18,5	83,9	15,4	17,0		
71	17.02.2010	44,8	45,2	52,2	52,1	86,3	47,4	48,4		
72	18.02.2010	13,1	12,3	14,8	14,8	85,9	12,2	16,2		
73	19.02.2010	18,3	18,5	21,7	21,7	84,6	18,7	20,9		
74	20.02.2010	16,5	16,6	19,3	19,5	85,2	17,3	19,8		
75	21.02.2010	7,4	7,3	10,2	10,2	71,7	8,2	10,0		
76	22.02.2010	9,9	10,3	16,6	16,5	61,1	13,4	14,9		
77	23.02.2010	14,5	14,4	22,2	22,3	64,9	17,6	19,8		
78	24.02.2010	9,2	9,1	17,8	17,7	51,6	14,7	15,9		
79	25.02.2010	5,9	4,8	9,2	9,4	57,2	8,6	9,7		
80	26.02.2010	4,4	4,3	11,2	11,4	38,8	10,4	11,2		
81	27.02.2010	11,8	11,7	18,9	19,2	61,6	18,1	17,5		
82	28.02.2010	5,0	5,2	9,6	9,6	53,5	7,0	9,7		
83	01.03.2010						26,2	26,8		
84	02.03.2010	12,7	13,1	21,7	21,0	60,4	18,6	20,5		
85	03.03.2010	7,9	8,7	20,9	21,3	39,3	17,8	19,7		
86	04.03.2010	9,3	8,7	16,5	16,6	54,2	15,2	16,6		
87	27.04.2010	12,1	11,2	20,2	20,9	56,7	21,2	20,6		Teddington
88	28.04.2010	16,0	16,7	25,8	25,0	64,3	26,8	26,0		(Sommer)
89	29.04.2010	11,3	11,4	19,2	19,3	58,9	21,1	20,7		
90	30.04.2010	5,4	5,4	11,5	11,9	45,9	12,4	13,1		

Anlage 5 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 4 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/m³]	SN 20107 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
91	01.05.2010						12,1	11,5		Teddington
92	02.05.2010						8,6	8,7		(Sommer)
93	03.05.2010						13,6	12,7		
94	04.05.2010	8,5	8,6	15,0	15,1	56,7	15,0	14,8		
95	05.05.2010	14,0	13,9	18,8	19,7	72,5	20,0	19,9		
96	06.05.2010	9,8	9,2	16,2	16,6	58,0	16,6	16,2		
97	07.05.2010	7,8	7,7	12,9	13,1	59,8	14,4	13,6		
98	08.05.2010	4,5	4,2	8,9	8,9	48,5	9,9	10,0		
99	09.05.2010	6,5	7,6	14,1	14,0	50,4	14,6	13,8		
100	10.05.2010	4,9	5,1	10,2	9,8	49,7	11,8	12,5		
101	11.05.2010	6,2	6,0	10,6	9,8	60,1	12,2	12,0		
102	12.05.2010	8,4	8,3	12,3	12,5	67,5	13,6	12,9		
103	13.05.2010	13,4	13,2	17,2	17,1	77,7	17,3	17,5		
104	14.05.2010	12,7	13,7	19,1	18,7	69,9	19,2	19,1		
105	15.05.2010	7,0	6,7	12,7	12,7	54,0	13,8	12,9		
106	16.05.2010	5,6	5,2	9,5	9,6	56,4	11,4	11,3		
107	17.05.2010	10,2	10,3	16,2	16,6	62,5	18,2	17,3		
108	18.05.2010	12,7	13,4	21,5	21,5	60,8	21,4	22,8		
109	19.05.2010	14,0	15,2	20,0	19,4	74,2	21,5	21,8		
110	20.05.2010	13,9	14,7	18,7	19,0	75,9	24,0	23,1		
111	21.05.2010	14,3	15,5	17,9	18,6	81,7	20,7	21,6		
112	22.05.2010	6,4	6,2	9,0	8,9	70,3	10,5	12,1		
113	23.05.2010	5,6	5,7	9,3	9,6	60,0	12,8	12,5		
114	24.05.2010	12,0	12,4	17,5	17,6	69,7	19,5	19,7		
115	25.05.2010	6,1	6,9	15,6	15,2	42,4	16,9	17,8		
116	26.05.2010	9,7	9,2	19,1	19,0	49,8			Nullfilter	
117	27.05.2010	7,3	7,3	8,0	7,9	92,3			Nullfilter-> Inlet	
118	28.05.2010	8,2	8,2	14,4	13,9	57,7		15,0	SN 20006 Signalrauschen	
119	29.05.2010	5,0	4,9	10,5	10,7	46,1		11,2	SN 20006 Signalrauschen	
120	30.05.2010	4,0	3,9	8,2	7,9	48,9		9,7	SN 20006 Signalrauschen	

Anlage 5 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 5 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/m³]	SN 20107 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
121	31.05.2010	13,2	13,0	20,6	21,1	62,8		20,0	SN 20006 Signalrauschen	Teddington
122	01.06.2010	15,2	15,5	20,0	20,5	76,0		20,7	SN 20006 Signalrauschen	(Sommer)
123	02.06.2010	12,4	11,9	17,7	17,4	69,5		19,7	SN 20006 Signalrauschen	
124	03.06.2010	9,0	8,8	15,5	15,7	57,1		15,8	SN 20006 Signalrauschen	
125	04.06.2010	17,8	17,9	26,0	26,6	67,9		29,8	SN 20006 Signalrauschen	
126	05.06.2010	17,3	16,4	23,8	24,3	70,1		29,1	SN 20006 Signalrauschen	
127	06.06.2010	7,3	6,4	11,6	11,2	59,8		15,2	SN 20006 Signalrauschen	
128	07.06.2010	4,0	3,7	7,8	7,2	51,9		8,2	SN 20006 Signalrauschen	
129	08.06.2010	4,5	4,4	9,2	9,9	46,5		10,7	SN 20006 Signalrauschen	
130	09.06.2010	11,3	9,8	15,5	16,0	66,9		15,3	SN 20006 Signalrauschen	
131	10.06.2010	7,8	7,6	10,4	10,8	73,1		12,6	SN 20006 Signalrauschen	
132	11.06.2010			10,5	11,8			12,5	Keine Ref.messung PM2,5, Reparatur SN 20006 (Umschaltventil undicht)	
133	12.06.2010	6,6	6,6	13,4	13,5	48,8	12,1	14,1		
134	13.06.2010	9,7	9,9	17,4	17,7	55,8	16,7	18,1		
135	14.06.2010	7,2	6,2	13,4	12,7	51,4	13,1	14,8		
136	15.06.2010	2,9	3,1	10,2	9,8	30,2	9,7	11,9		
137	16.06.2010	5,0	4,6	10,8	10,3	45,4	11,3	13,1		
138	17.06.2010	4,1	4,5	7,1	7,9	57,6	10,3	10,1		
139	18.06.2010						13,6	14,4		
140	19.06.2010	3,7	3,4	9,1	9,3	38,1	9,1	11,8		
141	20.06.2010	9,1	8,9	15,5	15,3	58,4	16,2	17,7		
142	21.06.2010	7,5	7,3				20,6	18,8	PM10 Grubbs Ausreisser	
143	22.06.2010	4,9	6,3	13,1	13,8	41,9	19,7	16,8		
144	23.06.2010	8,1	8,0	15,3	15,7	52,0	20,3	18,9		
145	24.06.2010	6,9	6,3	11,5	11,0	58,5	16,8	16,4		
146	25.06.2010	14,6	15,4	23,0	23,8	64,0	27,1	26,1		
147	26.06.2010	20,9	20,1	29,1	29,4	70,1	35,3	35,2		
148	27.06.2010						19,8	18,2		
149	28.06.2010	10,4	9,3				22,0	21,4	PM10 Grubbs Ausreisser	
150	29.06.2010	4,9	4,7	8,9	9,0	53,3	11,1	10,9		

Anlage 5 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 6 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/m³]	SN 20107 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
151	30.06.2010	4,4	5,5	9,6	9,5	51,7	12,0	12,7		Teddington
152	01.07.2010	6,9	6,1	11,0	11,6	57,7	14,2	13,8		(Sommer)
153	27.01.2011	8,9	8,8	12,8	13,3	67,8			Audits	Köln
154	28.01.2011	28,3	28,5	36,3	36,8	77,8			Audits	(Winter)
155	29.01.2011								Nullfilter	
156	30.01.2011	62,0	62,1	82,7	83,7	74,6			Nullfilter	
157	31.01.2011	81,6	81,8	95,5	94,0	86,2			Nullfilter	
158	01.02.2011	61,9	62,0	75,3	73,6	83,2	75,5	76,0		
159	02.02.2011	20,6	20,1	25,2	24,7	81,8	22,7	25,1		
160	03.02.2011	14,1	13,4	20,1	20,4	67,7	18,9	19,6		
161	04.02.2011	6,1	6,2	11,0	11,4	54,6	10,4	10,6		
162	05.02.2011						8,6	9,1		
163	06.02.2011	8,4	8,5	14,8	15,0	57,0	14,1	16,0		
164	07.02.2011	9,7	10,0	17,5	18,8	54,2	18,5	19,2		
165	08.02.2011	18,0	17,3	30,6	31,3	57,2	28,7	30,3		
166	09.02.2011	21,2	21,9	29,6	30,6	71,5	28,1	30,6		
167	10.02.2011	19,4	20,8	24,9	26,7	77,9	25,8	26,9		
168	11.02.2011	10,5	11,3	13,2	14,1	80,0	12,8	14,7		
169	12.02.2011						18,3	18,9		
170	13.02.2011	11,5	12,5	17,0	18,5	67,5	16,6	16,6		
171	14.02.2011	21,1	19,5	23,8	24,2	84,6	23,9	25,3		
172	15.02.2011	16,4	16,0	19,0	19,7	83,7	20,8	19,6		
173	16.02.2011	24,5	24,0	34,0	34,2	71,1	35,2	33,4		
174	17.02.2011	36,0	35,5	42,2	42,1	84,8	44,1	44,1		
175	18.02.2011	36,5	36,7	43,4	43,5	84,3	45,6	47,2		
176	19.02.2011						56,1	55,3		
177	20.02.2011	27,6	27,8	29,5	29,8	93,5	30,7	28,8		
178	21.02.2011	31,3	31,8	36,6	36,2	86,6	37,2	36,2		
179	22.02.2011	36,5	37,9	43,3	43,8	85,4	45,1	46,2		
180	23.02.2011	38,0	37,9	45,7	45,7	83,0	47,1	48,3		

Anlage 5 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 7 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/m³]	SN 20107 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
181	24.02.2011	30,3	31,4	36,0	35,8	85,9	37,7	38,9		Köln
182	25.02.2011	26,4	26,7	30,4	29,6	88,6	31,2	30,1		(Winter)
183	26.02.2011						18,9	18,8		
184	27.02.2011	13,5	13,3	15,4	14,8	88,5	15,7	16,0		
185	28.02.2011	36,7	36,0	44,7	43,7	82,3	42,9	43,7		
186	01.03.2011	66,6	66,0	75,6	74,7	88,2	72,6	76,5		
187	02.03.2011	49,4	49,7	60,6	58,5	83,1	59,2	60,9		
188	03.03.2011	39,4	37,5	50,8	48,9	77,1	48,3	49,5		
189	04.03.2011	76,3	76,5						PM10 Grubbs Ausreisser; Inlet -> Nullfilter	
190	05.03.2011								Nullfilter	
191	06.03.2011	8,9	9,2	13,6	14,1	65,1			Nullfilter	
192	07.03.2011	8,3	9,0	13,8	12,4	66,2			Nullfilter	
193	08.03.2011	31,1	31,8	43,9	43,8	71,7	42,5	41,9		
194	09.03.2011	19,1	18,8	30,5	28,7	63,9	28,6	28,9		
195	10.03.2011								Stromausfall (komplett)	
196	11.03.2011	16,7	16,1	33,5	33,1	49,2	29,9	31,5		
197	12.03.2011						30,6	33,0		
198	13.03.2011	13,3	13,1	16,2	15,6	83,0	15,0	15,4		
199	14.03.2011	18,2	20,0	27,7	25,6	71,5			Stromausfall (nur Thermo)	
200	15.03.2011	37,4	37,8	44,1	43,1	86,3	44,1	44,8		
201	16.03.2011			67,3	65,8		66,2	68,1	PM2,5 Grubbs Ausreisser	
202	17.03.2011	50,7	49,6	68,0	67,1	74,1	67,1	68,4		
203	18.03.2011	28,4	28,1	38,4	38,4	73,5	37,3	38,3		
204	19.03.2011						18,4	19,1		
205	20.03.2011	20,4	20,3	28,6	28,0	72,0	27,3	28,7		
206	21.03.2011	22,4	22,3	34,7	34,3	64,8	34,3	31,4		
207	22.03.2011	41,7	41,6	55,7	54,8	75,4	54,7	50,3		
208	23.03.2011	20,3	20,4	33,1	31,6	63,0	31,8	29,3		
209	24.03.2011	18,6	20,2	33,3	32,7	58,7	33,9	32,9		
210	25.03.2011	27,6	27,5	36,9	37,2	74,2	37,5	38,8		

Anlage 5 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 8 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/m³]	SN 20107 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
211	26.03.2011						17,6	19,1		Köln
212	27.03.2011	24,6	24,8	35,6	35,4	69,5	34,8	36,7		(Winter)
213	28.03.2011	20,5	20,7	32,4	31,9	64,2	31,3	32,7		
214	29.03.2011	44,7	44,2	65,4	65,6	67,8	64,3	66,5		
215	30.03.2011	15,6	15,6	24,0	23,4	65,8	23,8	24,5		
216	31.03.2011	6,0	5,1	10,5	9,3	56,2	9,7	10,6		
217	01.04.2011	8,5	7,7	13,3	13,0	61,7	12,7	12,1		
218	02.04.2011						32,5	31,1		
219	03.04.2011	14,6	13,7	22,1	22,4	63,6	20,8	20,1		
220	04.04.2011	8,8	9,0	17,9	16,6	51,6	16,7	17,6		
221	05.04.2011	11,0	11,4	19,2	19,0	58,7	18,8	19,8		
222	06.04.2011	13,0	12,9	23,6	23,8	54,6	23,9	25,2		
223	07.04.2011	13,7	13,1	23,2	24,2	56,7	23,7	24,8		
224	08.04.2011	19,0	19,8	34,9	34,8	55,7			Inlet -> Nullfilter	
225	09.04.2011								Nullfilter	
226	10.04.2011	11,1	11,8	23,4	22,3	50,1			Nullfilter	
227	11.04.2011	15,2	15,1	31,3	31,5	48,2	32,7	33,6		
228	12.04.2011	9,0	8,2	18,0	17,1	49,0	17,8	20,2		
229	13.04.2011	12,5	12,2	24,4	23,2	51,9	25,3	26,9		
230	14.04.2011	19,6	19,4	32,0	31,5	61,5	33,2	35,0		
231	15.04.2011	13,3	11,4	31,9	31,9	38,8	27,0	26,5		
232	16.04.2011						34,3	32,8		
233	17.04.2011						21,8	21,2		
234	18.04.2011	17,0	17,2	26,4	26,6	64,6	28,3	30,2		
235	19.04.2011	17,5	17,9	30,3	30,7	58,0	33,0	34,4		
236	20.04.2011	20,0	20,8	33,9	34,2	59,8	37,0	38,4		
237	21.04.2011						34,5	36,7		
238	22.04.2011						30,2	31,1		
239	23.04.2011						40,8	42,6		
240	24.04.2011						31,1	33,1		

Anlage 5 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 9 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/m³]	SN 20107 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
241	25.04.2011	19,6	20,7	27,4	27,4	73,6	30,2	32,1		Köln
242	26.04.2011	17,0	17,6	31,0	31,3	55,7	33,0	38,9		(Winter)
243	27.04.2011			44,3	45,1		46,3	48,4	Keine Ref.messung PM2,5	
244	28.04.2011	16,2	17,8	28,0	28,0	60,8	31,2	32,6		
245	29.04.2011	19,0	19,3	25,9	27,3	72,0	30,2	29,8		
246	30.04.2011	12,9	13,3	21,0	22,0	61,0	22,4	23,8		
247	01.05.2011	6,7	7,0	13,0	12,9	52,9	14,1	15,4		
248	02.05.2011	9,3	9,2	16,1	14,9	59,8	17,1	17,7		
249	03.05.2011	9,0	9,3	15,9	15,1	59,2	16,8	18,0		
250	04.05.2011	11,4	11,5	20,5	20,2	56,1	21,9	21,8		
251	05.05.2011			20,1	19,5		21,4	22,1	PM2,5 Grubbs Ausreisser	
252	06.05.2011	13,7	13,6	30,7	31,1	44,2	29,0	29,7		
253	07.05.2011	19,1	17,6	46,1	47,5	39,2	42,0	43,9		
254	08.05.2011	12,3	12,2	23,4	23,0	53,0	21,8	22,7		
255	25.07.2011	12,1	11,2	17,8	17,8	65,4	20,3	19,0		Bornheim
256	26.07.2011	11,8	11,8	19,6	19,1	61,2	20,2	22,5		(Sommer)
257	27.07.2011	14,3	13,7	21,5	20,9	65,9	22,5	23,7		
258	28.07.2011	17,5	19,0	26,5	25,2	70,6	29,3	26,7		
259	29.07.2011	10,2	7,9	16,8	16,6	54,2	20,0	18,8		
260	30.07.2011						11,2	11,4		
261	31.07.2011	9,8	9,5	13,3	14,2	70,4	14,1	14,7		
262	01.08.2011	12,7	11,4	18,0	19,2	64,8	19,4	21,4		
263	02.08.2011	10,3	10,1	19,0	20,1	52,1	19,0	20,2		
264	03.08.2011	17,0	16,6	24,4	26,1	66,5	25,0	26,3		
265	04.08.2011	8,7	8,4	13,8	14,7	60,2	17,0	19,9		
266	05.08.2011	8,6	10,6	17,1	18,0	54,7	16,8	19,8		
267	06.08.2011						11,2	13,5		
268	07.08.2011	2,8	3,1	5,6	6,4	49,5	5,6	6,3		
269	08.08.2011	2,8	4,0	7,9	7,5	44,1	5,8	7,6		
270	09.08.2011	2,7	3,2	10,8	11,2	27,1			Audit Durchfluss	

Anlage 5 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 10 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/m³]	SN 20107 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
271	10.08.2011	5,3	6,4	12,1	12,7	47,0	14,0	13,4		Bornheim (Sommer)
272	11.08.2011	5,5	5,2	11,4	11,1	47,3	9,5	11,0		
273	12.08.2011	3,0	3,8	6,4	7,0	50,2	5,5	8,5		
274	13.08.2011						10,2	8,3		
275	14.08.2011	2,6	3,6	7,0	6,7	45,5	4,3	8,3		
276	15.08.2011	6,0	5,4	13,5	13,9	41,7	14,5	15,3		
277	16.08.2011	6,0	6,0	13,7	12,9	45,1	14,5	15,9		
278	17.08.2011	14,7	14,0	25,8	25,0	56,3	26,6	28,0		
279	18.08.2011	9,0	8,7	16,8	15,9	54,1	21,5	21,2		
280	19.08.2011	6,6	6,2	13,3	12,8	48,8	15,0	16,2		
281	20.08.2011						17,9	16,2		
282	21.08.2011	10,4	10,3	17,1	17,2	60,4	20,3	19,6		
283	22.08.2011	10,9	10,8	19,7	19,3	55,8	22,0	24,2		
284	23.08.2011	19,2	19,1	29,9	30,1	63,7	33,6	35,8		
285	24.08.2011	6,7	7,4	16,9	16,7	41,9	15,3	18,8		
286	25.08.2011	11,5	12,1	18,8	18,6	63,4	19,5	19,8		
287	26.08.2011	4,9	5,5	10,7	10,7	48,8	12,5	12,4		
288	27.08.2011						5,3	5,9		
289	28.08.2011	1,8	1,8	7,7	7,6	24,1	7,8	7,3		
290	29.08.2011	5,9	6,2	11,4	11,5	53,0	11,2	11,6		
291	30.08.2011	9,1	8,1	17,1	16,6	51,1	16,0	17,2		
292	31.08.2011	14,5	13,9	26,0	23,6	57,2	24,3	26,0		
293	01.09.2011	17,7	18,2	27,5	26,1	66,9	27,9	28,9		
294	02.09.2011	14,9	15,0	25,1	24,1	60,6	24,1	24,0		
295	03.09.2011						26,4	25,7		
296	04.09.2011	8,2	8,0	12,7	12,1	65,3	13,1	11,8		
297	05.09.2011	4,8	5,0	9,2	9,1	53,8	7,6	7,6		
298	06.09.2011	5,2	5,6	11,1	10,6	49,8	10,4	10,2		
299	07.09.2011	6,1	5,8	12,5	13,2	46,1	11,0	11,6		
300	08.09.2011						8,0	7,8		

Anlage 5 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 11 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/m³]	SN 20107 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
301	09.09.2011	6,8	7,1	12,1	11,8	57,9	9,8	11,1		Bornheim
302	10.09.2011						12,9	13,1		(Sommer)
303	11.09.2011	5,7	5,5	9,4	9,3	59,5	7,9	9,9		
304	12.09.2011	5,2	6,1	11,6	11,6	48,5	9,2	10,8		
305	13.09.2011	6,3	7,2	16,3	16,8	40,6	12,5	14,8		
306	14.09.2011	6,7	7,2	15,3	15,6	44,9	11,6	12,8		
307	15.09.2011	11,1	12,2	24,3	24,9	47,4	22,8	23,1		
308	16.09.2011	13,0	13,7	23,0	25,1	55,4			Inlet -> Nullfilter	
309	17.09.2011								Nullfilter	
310	18.09.2011	3,2	3,9	7,0	7,1	50,4			Nullfilter	
311	19.09.2011	7,8	8,2	12,5	11,6	66,2	11,3	10,7		
312	20.09.2011	6,2	6,2	12,3	12,3	50,8	13,3	12,7		
313	21.09.2011	6,6	6,6	12,4	12,3	53,6	10,5	11,4		
314	22.09.2011	6,4	7,8	19,2	18,9	37,3	15,7	15,4		
315	23.09.2011	12,2	13,4	26,1	26,2	49,1	24,7	23,4		
316	24.09.2011						22,3	20,6		
317	25.09.2011	15,7	14,5	21,3	21,7	70,0	21,7	21,2		
318	26.09.2011	12,0	12,0	18,8	20,6	60,8			Audits	
319	27.09.2011	21,9	21,9	38,3	39,8	56,0	39,7	37,3		
320	28.09.2011	15,5	15,5	25,7	25,7	60,2	27,8		SN 20107 Behebung Undichtigkeit	
321	29.09.2011	17,1	16,0	25,4	25,4	65,1	26,6	29,4		
322	30.09.2011	12,4	11,8	23,4	24,5	50,6	23,1	25,7		
323	01.10.2011						20,7	23,0		
324	02.10.2011						37,6	40,6		
325	03.10.2011	13,5	14,8	21,4	21,4	66,2	27,4	30,4		
326	04.10.2011						15,0	17,8		
327	05.10.2011						6,4	6,7		
328	06.10.2011						9,1	10,8		

Anlage 5 **PM_{10}-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]** **Blatt 12 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.N.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm³]	Ref 2. PM10 [µg/Nm³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/Nm³]	SN 20107 PM10 [µg/Nm³]	Bemerkung	Standort
1	09.12.2009	-	-	28,0	28,3	-	24,5			Teddington (Winter)
2	10.12.2009	-	-	25,1	25,4	-	22,0			
3	11.12.2009	-	-	20,2	20,3	-	16,1			
4	12.12.2009	-	-	13,5	13,7	-	11,6			
5	13.12.2009	-	-	13,4	14,0	-	11,5			
6	14.12.2009	-	-	35,2	35,6	-	30,9			
7	15.12.2009	-	-	46,9	47,2	-	44,9			
8	16.12.2009	-	-	30,1	30,7	-	28,2			
9	17.12.2009	-	-	10,2	10,3	-	8,8			
10	18.12.2009	-	-	16,7	17,0	-	14,2			
11	19.12.2009	-	-	15,5	15,1	-	14,4			
12	20.12.2009	-	-	11,2	11,2	-	9,5			
13	21.12.2009	-	-	20,7	21,1	-	19,7			
14	22.12.2009	-	-			-	33,3		PM10 Grubbs Ausreisser	
15	23.12.2009	-	-			-	18,3	Gerät noch nicht in Betrieb		
16	24.12.2009	-	-			-	19,0			
17	25.12.2009	-	-			-	12,5			
18	26.12.2009	-	-			-	8,2			
19	27.12.2009	-	-			-	7,3			
20	28.12.2009	-	-			-	23,9			
21	29.12.2009	-	-			-	11,2			
22	30.12.2009	-	-			-	11,7			
23	31.12.2009	-	-	15,4	14,3	-	12,5			
24	01.01.2010	-	-			-	16,1			
25	02.01.2010	-	-			-	15,0			
26	03.01.2010	-	-			-	20,6			
27	04.01.2010	-	-			-			Nullfilter	
28	05.01.2010	-	-			-	18,7		PM10 Grubbs Ausreisser	
29	06.01.2010	-	-	19,0	19,3	-	16,9		PM2,5 Grubbs Ausreisser	
30	07.01.2010	-	-	19,1	20,1	-	17,3			

Anlage 5 **PM_{10}-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]** **Blatt 13 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.N.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm³]	Ref 2. PM10 [µg/Nm³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/Nm³]	SN 20107 PM10 [µg/Nm³]	Bemerkung	Standort
31	08.01.2010	-	-	17,9	18,2	-	16,2	Gerät noch nicht in Betrieb		Teddington (Winter)
32	09.01.2010	-	-	14,5	14,8	-	13,2			
33	10.01.2010	-	-	19,4	19,3	-	17,3			
34	11.01.2010	-	-	51,5	51,5	-	48,7		SN 20107 Nullfilter	
35	12.01.2010	-	-	48,5	48,9	-	48,3	48,0		
36	13.01.2010	-	-	54,0	54,1	-	52,3	53,9		
37	14.01.2010	-	-	16,2	16,6	-	17,3	17,8		
38	15.01.2010	-	-	27,2	27,7	-	19,6	20,3		
39	16.01.2010	-	-	13,8	14,0	-	11,0	11,8		
40	17.01.2010	-	-	20,6	20,8	-	17,5	18,1		
41	18.01.2010	-	-	27,1	27,3	-	25,2	25,9		
42	19.01.2010	-	-	26,9	27,2	-			Stromversorgung unterbrochen	
43	20.01.2010	-	-	32,1	32,4	-	28,6	29,8		
44	21.01.2010	-	-	27,7	28,4	-	24,2	24,1		
45	22.01.2010	-	-	9,9	10,1	-	9,4	10,3		
46	23.01.2010	-	-	25,8	25,3	-	23,2	23,6		
47	24.01.2010	-	-	20,6	20,4	-	18,6	18,5		
48	25.01.2010	-	-	41,3	42,1	-	39,3			
49	26.01.2010	-	-	58,5	59,1	-	54,4	55,4		
50	27.01.2010	-	-	39,0	39,6	-	34,1	33,4		
51	28.01.2010	-	-	14,2	14,6	-	13,0	14,1		
52	29.01.2010	-	-	9,6	9,8	-	9,4	9,6		
53	30.01.2010	-	-	17,6	17,8	-	15,7	16,3		
54	31.01.2010	-	-	17,3	17,0	-	15,2	16,0		
55	01.02.2010	-	-	14,7	14,6	-	14,2	14,3		
56	02.02.2010	-	-	12,3	12,1	-	11,9	11,6		
57	03.02.2010	-	-	19,6	19,8	-	16,4	16,6		
58	04.02.2010	-	-	20,3	20,6	-	18,7	19,3		
59	05.02.2010	-	-			-			Inlet -> Nullfilter	
60	06.02.2010	-	-			-			Nullfilter	

Anlage 5 **PM_{10}-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]** **Blatt 14 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.N.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm³]	Ref 2. PM10 [µg/Nm³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/Nm³]	SN 20107 PM10 [µg/Nm³]	Bemerkung	Standort
61	07.02.2010	-	-			-			Nullfilter	Teddington
62	08.02.2010	-	-			-		20,1	SN 20006 Nullfilter->Inlet	(Winter)
63	09.02.2010	-	-	11,7	11,9	-	11,0	12,0		
64	10.02.2010	-	-	11,8	12,4	-	10,9	13,2		
65	11.02.2010	-	-	20,0	20,2	-	16,3	18,9		
66	12.02.2010	-	-	12,5	12,4	-	10,1	12,6		
67	13.02.2010	-	-	15,1	15,5	-	11,2	13,2		
68	14.02.2010	-	-	16,0	16,5	-	12,7	16,5		
69	15.02.2010	-	-	16,3	16,4	-	13,8	15,6		
70	16.02.2010	-	-	18,7	19,2	-	15,9	17,6		
71	17.02.2010	-	-	53,6	54,1	-	48,9	50,0		
72	18.02.2010	-	-	15,2	15,5	-	12,7	16,9		
73	19.02.2010	-	-	22,0	22,3	-	19,0	21,3		
74	20.02.2010	-	-	19,6	20,0	-	17,6	20,2		
75	21.02.2010	-	-	10,6	10,7	-	8,6	10,5		
76	22.02.2010	-	-	17,0	17,2	-	13,8	15,5		
77	23.02.2010	-	-	22,9	23,3	-	18,3	20,6		
78	24.02.2010	-	-	18,6	18,7	-	15,5	16,8		
79	25.02.2010	-	-	9,7	10,0	-	9,2	10,3		
80	26.02.2010	-	-	11,5	11,9	-	10,8	11,6		
81	27.02.2010	-	-	19,8	20,3	-	19,1	18,5		
82	28.02.2010	-	-	9,7	9,9	-	7,2	10,0		
83	01.03.2010	-	-			-	26,4	27,0		
84	02.03.2010	-	-	21,8	21,3	-	18,8	20,8		
85	03.03.2010	-	-	20,9	21,6	-	18,0	19,9		
86	04.03.2010	-	-	16,3	16,6	-	15,0	16,4		
87	27.04.2010	-	-	20,9	21,8	-	22,0	21,4		Teddington
88	28.04.2010	-	-	27,0	26,4	-	28,1	27,3		(Sommer)
89	29.04.2010	-	-	20,2	20,4	-	22,3	22,0		
90	30.04.2010	-	-	12,0	12,5	-	13,0	13,8		

Anlage 5 **PM_{10}-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]** **Blatt 15 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.N.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm³]	Ref 2. PM10 [µg/Nm³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/Nm³]	SN 20107 PM10 [µg/Nm³]	Bemerkung	Standort
91	01.05.2010	-	-			-	12,6	12,0		Teddington
92	02.05.2010	-	-			-	8,8	9,0		(Sommer)
93	03.05.2010	-	-			-	13,8	12,9		
94	04.05.2010	-	-	15,2	15,3	-	15,2	15,1		
95	05.05.2010	-	-	19,4	20,5	-	20,8	20,7		
96	06.05.2010	-	-	16,8	17,4	-	17,3	16,9		
97	07.05.2010	-	-	13,3	13,7	-	15,0	14,2		
98	08.05.2010	-	-	9,1	9,3	-	10,2	10,3		
99	09.05.2010	-	-	14,5	14,6	-	15,1	14,3		
100	10.05.2010	-	-	10,5	10,1	-	12,2	13,0		
101	11.05.2010	-	-	10,8	10,0	-	12,5	12,3		
102	12.05.2010	-	-	12,5	12,9	-	13,9	13,2		
103	13.05.2010	-	-	17,6	17,7	-	17,8	18,1		
104	14.05.2010	-	-	19,7	19,6	-	19,9	19,9		
105	15.05.2010	-	-	13,1	13,3	-	14,3	13,4		
106	16.05.2010	-	-	9,8	9,9	-	11,9	11,8		
107	17.05.2010	-	-	16,6	17,1	-	18,7	17,8		
108	18.05.2010	-	-	22,0	22,3	-	22,2	23,7		
109	19.05.2010	-	-	20,7	20,2	-	22,3	22,7		
110	20.05.2010	-	-	19,5	19,9	-	25,1	24,2		
111	21.05.2010	-	-	18,7	19,5	-	21,6	22,7		
112	22.05.2010	-	-	9,4	9,4	-	11,1	12,7		
113	23.05.2010	-	-	9,9	10,2	-	13,7	13,3		
114	24.05.2010	-	-	18,7	18,9	-	20,8	21,2		
115	25.05.2010	-	-	16,4	16,0	-	17,9	18,9		
116	26.05.2010	-	-	20,0	20,0	-			Nullfilter	
117	27.05.2010	-	-	8,4	8,3	-			Nullfilter-> Inlet	
118	28.05.2010	-	-	15,1	14,6	-		15,7	SN 20006 Signalrauschen	
119	29.05.2010	-	-	11,1	11,4	-		11,9	SN 20006 Signalrauschen	
120	30.05.2010	-	-	8,6	8,4	-		10,2	SN 20006 Signalrauschen	

Anlage 5 **PM_{10}-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]** **Blatt 16 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.N.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm³]	Ref 2. PM10 [µg/Nm³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/Nm³]	SN 20107 PM10 [µg/Nm³]	Bemerkung	Standort
121	31.05.2010	-	-	21,4	22,1	-		20,9	SN 20006 Signalrauschen	Teddington (Sommer)
122	01.06.2010	-	-	20,7	21,4	-		21,6	SN 20006 Signalrauschen	
123	02.06.2010	-	-	18,5	18,3	-		20,8	SN 20006 Signalrauschen	
124	03.06.2010	-	-	16,3	16,6	-		16,7	SN 20006 Signalrauschen	
125	04.06.2010	-	-	27,6	28,4	-		31,8	SN 20006 Signalrauschen	
126	05.06.2010	-	-	25,5	26,2	-		31,4	SN 20006 Signalrauschen	
127	06.06.2010	-	-	12,3	12,0	-		16,3	SN 20006 Signalrauschen	
128	07.06.2010	-	-	8,2	7,7	-		8,8	SN 20006 Signalrauschen	
129	08.06.2010	-	-	9,8	10,6	-		11,4	SN 20006 Signalrauschen	
130	09.06.2010	-	-	16,6	17,2	-		16,3	SN 20006 Signalrauschen	
131	10.06.2010	-	-	10,9	11,4	-		13,5	SN 20006 Signalrauschen	
132	11.06.2010	-	-	11,1	12,5	-		13,3	Keine Ref.messung PM2,5, Reparatur SN 20006 (Umschaltventil undicht)	
133	12.06.2010	-	-	14,0	14,2	-	12,7	14,9		
134	13.06.2010	-	-	18,4	18,8	-	17,7	19,2		
135	14.06.2010	-	-	13,9	13,2	-	13,7	15,5		
136	15.06.2010	-	-	10,5	10,2	-	10,1	12,4		
137	16.06.2010	-	-	11,2	10,8	-	11,8	13,7		
138	17.06.2010	-	-	7,4	8,3	-	10,9	10,8		
139	18.06.2010	-	-			-	14,2	15,1		
140	19.06.2010	-	-	9,4	9,7	-	9,5	12,3		
141	20.06.2010	-	-	16,1	16,0	-	16,9	18,5		
142	21.06.2010	-	-			-	21,8	20,0	PM10 Grubbs Ausreisser	
143	22.06.2010	-	-	13,9	14,7	-	21,0	17,9		
144	23.06.2010	-	-	16,2	16,6	-	21,7	20,3		
145	24.06.2010	-	-	12,3	11,8	-	18,0	17,6		
146	25.06.2010	-	-	24,6	25,4	-	29,0	28,0		
147	26.06.2010	-	-	31,0	31,2	-	37,7	37,8		
148	27.06.2010	-	-			-	21,4	19,7		
149	28.06.2010	-	-			-	23,6	23,0	PM10 Grubbs Ausreisser	
150	29.06.2010	-	-	9,5	9,7	-	11,9	11,6		

Anlage 5 **PM_{10}-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]** **Blatt 17 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.N.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm³]	Ref 2. PM10 [µg/Nm³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/Nm³]	SN 20107 PM10 [µg/Nm³]	Bemerkung	Standort
151	30.06.2010	-	-	10,2	10,1	-	12,9	13,6		Teddington
152	01.07.2010	-	-	11,8	12,5	-	15,3	14,9		(Sommer)
153	27.01.2011	-	-	12,7	13,3	-			Audits	Köln
154	28.01.2011	-	-	35,7	36,4	-			Audits	(Winter)
155	29.01.2011	-	-			-			Nullfilter	
156	30.01.2011	-	-	80,9	82,5	-			Nullfilter	
157	31.01.2011	-	-	93,1	92,6	-			Nullfilter	
158	01.02.2011	-	-	73,4	72,7	-	73,9	74,8		
159	02.02.2011	-	-	24,8	24,6	-	22,5	25,0		
160	03.02.2011	-	-	20,2	20,7	-	19,0	19,8		
161	04.02.2011	-	-	11,3	11,8	-	10,7	11,0		
162	05.02.2011	-	-			-	8,9	9,5		
163	06.02.2011	-	-	15,0	15,3	-	14,4	16,4		
164	07.02.2011	-	-	18,0	19,5	-	19,1	19,9		
165	08.02.2011	-	-	30,5	31,5	-	28,7	30,4		
166	09.02.2011	-	-	30,0	31,3	-	28,6	31,3		
167	10.02.2011	-	-	25,7	27,7	-	26,6	27,8		
168	11.02.2011	-	-	13,6	14,6	-	13,2	15,2		
169	12.02.2011	-	-			-	18,8	19,4		
170	13.02.2011	-	-	17,6	19,0	-	17,1	17,2		
171	14.02.2011	-	-	24,5	25,2	-	24,7	26,3		
172	15.02.2011	-	-	19,7	20,5	-	21,5	20,4		
173	16.02.2011	-	-	34,8	35,4	-	36,1	34,4		
174	17.02.2011	-	-	43,1	43,3	-	45,2	45,4		
175	18.02.2011	-	-	43,6	44,2	-	46,1	47,9		
176	19.02.2011	-	-			-	56,7	56,2		
177	20.02.2011	-	-	29,3	29,9	-	30,7	28,9		
178	21.02.2011	-	-	36,1	36,1	-	36,8	35,9		
179	22.02.2011	-	-	42,6	43,6	-	44,7	45,8		
180	23.02.2011	-	-	45,4	45,9	-	47,0	48,4		

Anlage 5 **PM_{10}-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]** **Blatt 18 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.N.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm³]	Ref 2. PM10 [µg/Nm³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/Nm³]	SN 20107 PM10 [µg/Nm³]	Bemerkung	Standort
181	24.02.2011	-	-	35,8	35,9	-	37,6	39,0		Köln
182	25.02.2011	-	-	30,6	30,1	-	31,5	30,6		(Winter)
183	26.02.2011	-	-			-	19,5	19,4		
184	27.02.2011	-	-	15,6	15,1	-	15,8	16,1		
185	28.02.2011	-	-	44,3	44,0	-	43,0	44,0		
186	01.03.2011	-	-	75,5	75,3	-	72,9	76,9		
187	02.03.2011	-	-	60,6	59,0	-	59,2	61,0		
188	03.03.2011	-	-	50,6	49,1	-	48,3	49,5		
189	04.03.2011	-	-			-			PM10 Grubbs Ausreisser; Inlet -> Nullfilter	
190	05.03.2011	-	-			-			Nullfilter	
191	06.03.2011	-	-	13,5	14,1	-			Nullfilter	
192	07.03.2011	-	-	13,7	12,5	-			Nullfilter	
193	08.03.2011	-	-	44,7	45,0	-	43,7	43,2		
194	09.03.2011	-	-	31,2	29,6	-	29,4	29,8		
195	10.03.2011	-	-			-			Stromausfall (komplett)	
196	11.03.2011	-	-	34,2	34,0	-	30,6	32,4		
197	12.03.2011	-	-			-	32,5	35,1		
198	13.03.2011	-	-	16,9	16,4	-	15,7	16,2		
199	14.03.2011	-	-	28,6	26,6	-			Stromausfall (nur Thermo)	
200	15.03.2011	-	-	46,1	45,5	-	46,0	46,8		
201	16.03.2011	-	-	70,2	69,1	-	69,1	71,2	PM2,5 Grubbs Ausreisser	
202	17.03.2011	-	-	69,4	69,1	-	68,7	70,5		
203	18.03.2011	-	-	38,9	39,2	-	37,8	39,0		
204	19.03.2011	-	-			-	18,3	19,1		
205	20.03.2011	-	-	28,5	28,3	-	27,2	28,7		
206	21.03.2011	-	-	34,7	34,6	-	34,3	31,5		
207	22.03.2011	-	-	56,3	55,8	-	55,3	51,1		
208	23.03.2011	-	-	33,6	32,4	-	32,4	29,9		
209	24.03.2011	-	-	34,1	33,8	-	34,8	33,9		
210	25.03.2011	-	-	38,5	39,1	-	39,3	40,8		

Anlage 5 **PM_{10}-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]** **Blatt 19 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.N.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm³]	Ref 2. PM10 [µg/Nm³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/Nm³]	SN 20107 PM10 [µg/Nm³]	Bemerkung	Standort
211	26.03.2011	-	-			-	18,1	19,8		Köln
212	27.03.2011	-	-	36,8	37,0	-	36,1	38,2		(Winter)
213	28.03.2011	-	-	33,1	32,9	-	32,2	33,8		
214	29.03.2011	-	-	67,7	68,4	-	66,6	69,1		
215	30.03.2011	-	-	25,1	24,6	-	25,0	25,8		
216	31.03.2011	-	-	10,9	9,7	-	10,1	11,1		
217	01.04.2011	-	-	13,8	13,7	-	13,3	12,7		
218	02.04.2011	-	-			-	34,8	33,4		
219	03.04.2011	-	-	22,9	23,4	-	21,6	21,0		
220	04.04.2011	-	-	18,3	17,1	-	17,2	18,2		
221	05.04.2011	-	-	19,7	19,7	-	19,4	20,5		
222	06.04.2011	-	-	24,7	25,1	-	25,0	26,6		
223	07.04.2011	-	-	24,1	25,3	-	24,8	25,9		
224	08.04.2011	-	-	36,2	36,3	-			Inlet -> Nullfilter	
225	09.04.2011	-	-			-			Nullfilter	
226	10.04.2011	-	-	24,3	23,5	-			Nullfilter	
227	11.04.2011	-	-	31,8	32,3	-	34,8	35,8		
228	12.04.2011	-	-	18,9	18,1	-	18,2	20,7		
229	13.04.2011	-	-	25,1	24,1	-	26,1	27,9		
230	14.04.2011	-	-	32,7	32,5	-	34,0	36,0		
231	15.04.2011	-	-	32,9	33,2	-	27,9	27,4		
232	16.04.2011	-	-			-	35,8	34,3		
233	17.04.2011	-	-			-	22,5	22,0		
234	18.04.2011	-	-	27,6	28,1	-	29,7	31,8		
235	19.04.2011	-	-	31,9	32,6	-	34,8	36,5		
236	20.04.2011	-	-	35,8	36,4	-	39,3	40,9		
237	21.04.2011	-	-			-	36,9	39,3		
238	22.04.2011	-	-			-	32,6	33,7		
239	23.04.2011	-	-			-	43,5	45,5		
240	24.04.2011	-	-			-	33,3	35,6		

Anlage 5 **PM_{10}-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]** **Blatt 20 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.N.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm³]	Ref 2. PM10 [µg/Nm³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/Nm³]	SN 20107 PM10 [µg/Nm³]	Bemerkung	Standort
241	25.04.2011	-	-	28,9	29,1	-	31,9	34,0		Köln (Winter)
242	26.04.2011	-	-	32,7	33,3	-	35,0	41,6		
243	27.04.2011	-	-	45,9	47,1	-	48,1	50,5	Keine Ref.messung PM2,5	
244	28.04.2011	-	-	29,4	29,7	-	33,0	34,5		
245	29.04.2011	-	-	27,6	29,3	-	32,5	32,1		
246	30.04.2011	-	-	22,4	23,6	-	24,2	25,7		
247	01.05.2011	-	-	13,7	13,7	-	15,1	16,6		
248	02.05.2011	-	-	16,8	15,7	-	18,0	18,7		
249	03.05.2011	-	-	16,4	15,8	-	17,5	18,7		
250	04.05.2011	-	-	21,0	20,9	-	22,5	22,5		
251	05.05.2011	-	-	20,9	20,5	-	22,5	23,3	PM2,5 Grubbs Ausreisser	
252	06.05.2011	-	-	32,5	33,2	-	31,0	31,8		
253	07.05.2011	-	-	49,3	51,3	-	45,8	48,1		
254	08.05.2011	-	-	25,0	24,8	-	23,6	24,6		
255	25.07.2011	-	-	19,0	19,2	-	21,7	20,3		Bornheim (Sommer)
256	26.07.2011	-	-	20,8	20,4	-	21,5	24,1		
257	27.07.2011	-	-	22,8	22,4	-	24,0	25,2		
258	28.07.2011	-	-	28,0	26,9	-	31,1	28,4		
259	29.07.2011	-	-	17,7	17,7	-	21,2	19,9		
260	30.07.2011	-	-			-	11,8	12,0		
261	31.07.2011	-	-	13,9	15,0	-	14,8	15,4		
262	01.08.2011	-	-	19,2	20,8	-	20,8	22,9		
263	02.08.2011	-	-	20,6	22,0	-	20,6	22,0		
264	03.08.2011	-	-	26,1	28,2	-	26,9	28,3		
265	04.08.2011	-	-	14,9	16,1	-	18,5	21,7		
266	05.08.2011	-	-	18,4	19,5	-	18,2	21,5		
267	06.08.2011	-	-			-	12,2	14,7		
268	07.08.2011	-	-	6,0	6,9	-	6,0	6,7		
269	08.08.2011	-	-	8,3	8,0	-	6,1	8,1		
270	09.08.2011	-	-	11,2	11,8	-			Audit Durchfluss	

Anlage 5 **PM_{10}-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]** **Blatt 21 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.N.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm³]	Ref 2. PM10 [µg/Nm³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/Nm³]	SN 20107 PM10 [µg/Nm³]	Bemerkung	Standort
271	10.08.2011	-	-	12,8	13,6	-	14,9	14,3		Bornheim (Sommer)
272	11.08.2011	-	-	12,2	12,1	-	10,3	11,9		
273	12.08.2011	-	-	6,9	7,6	-	5,9	9,1		
274	13.08.2011	-	-			-	11,1	9,0		
275	14.08.2011	-	-	7,5	7,2	-	4,6	8,8		
276	15.08.2011	-	-	14,3	14,9	-	15,4	16,4		
277	16.08.2011	-	-	14,5	13,8	-	15,4	16,9		
278	17.08.2011	-	-	27,8	27,2	-	28,8	30,2		
279	18.08.2011	-	-	18,2	17,4	-	23,4	23,1		
280	19.08.2011	-	-	14,1	13,6	-	15,9	17,1		
281	20.08.2011	-	-			-	19,2	17,4		
282	21.08.2011	-	-	18,4	18,7	-	21,9	21,3		
283	22.08.2011	-	-	21,1	20,8	-	23,7	26,0		
284	23.08.2011	-	-	32,4	32,9	-	36,6	39,0		
285	24.08.2011	-	-	18,1	18,1	-	16,6	20,3		
286	25.08.2011	-	-	20,2	20,2	-	21,1	21,4		
287	26.08.2011	-	-	11,5	11,6	-	13,7	13,6		
288	27.08.2011	-	-			-	5,7	6,2		
289	28.08.2011	-	-	8,1	8,1	-	8,2	7,7		
290	29.08.2011	-	-	12,0	12,2	-	11,8	12,2		
291	30.08.2011	-	-	17,9	17,5	-	16,8	18,1		
292	31.08.2011	-	-	27,3	25,1	-	25,7	27,4		
293	01.09.2011	-	-	29,1	27,9	-	29,7	30,8		
294	02.09.2011	-	-	27,0	26,2	-	26,1	26,0		
295	03.09.2011	-	-			-	28,9	28,1		
296	04.09.2011	-	-	13,7	13,1	-	14,2	12,8		
297	05.09.2011	-	-	9,7	9,7	-	8,1	8,1		
298	06.09.2011	-	-	11,8	11,4	-	11,2	10,9		
299	07.09.2011	-	-	13,2	14,1	-	11,7	12,3		
300	08.09.2011	-	-			-	8,5	8,3		

Anlage 5 **PM_{10}-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]** **Blatt 22 von 22**

Hersteller Thermo Fisher Scientific

Gerätetyp TEOM 1405-F

Serien-Nr. SN 20006 & SN 20107

Schwebstaub PM10, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.N.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm³]	Ref 2. PM10 [µg/Nm³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 20006 PM10 [µg/Nm³]	SN 20107 PM10 [µg/Nm³]	Bemerkung	Standort
301	09.09.2011	-	-	13,0	12,7	-	10,5	11,9		Bornheim
302	10.09.2011	-	-			-	14,1	14,3		(Sommer)
303	11.09.2011	-	-	10,0	10,0	-	8,5	10,5		
304	12.09.2011	-	-	12,4	12,6	-	9,9	11,6		
305	13.09.2011	-	-	17,3	17,9	-	13,4	15,8		
306	14.09.2011	-	-	16,0	16,5	-	12,3	13,5		
307	15.09.2011	-	-	25,3	26,2	-	23,9	24,2		
308	16.09.2011	-	-	24,4	26,9	-			Inlet -> Nullfilter	
309	17.09.2011	-	-			-			Nullfilter	
310	18.09.2011	-	-	7,4	7,5	-			Nullfilter	
311	19.09.2011	-	-	13,0	12,3	-	11,9	11,3		
312	20.09.2011	-	-	13,0	13,0	-	13,9	13,3		
313	21.09.2011	-	-	13,0	13,1	-	11,1	12,1		
314	22.09.2011	-	-	20,1	20,0	-	16,6	16,2		
315	23.09.2011	-	-	27,3	27,6	-	25,9	24,6		
316	24.09.2011	-	-			-	23,6	21,8		
317	25.09.2011	-	-	22,5	23,1	-	23,0	22,5		
318	26.09.2011	-	-	19,9	22,0	-			Audits	
319	27.09.2011	-	-	40,2	42,2	-	42,0	39,5		
320	28.09.2011	-	-	27,2	27,2	-	29,5		SN 20107 Behebung Undichtigkeit	
321	29.09.2011	-	-	27,0	27,0	-	28,1	31,1		
322	30.09.2011	-	-	24,6	26,0	-	24,4	27,2		
323	01.10.2011	-	-			-	21,8	24,3		
324	02.10.2011	-	-			-	39,8	42,9		
325	03.10.2011	-	-	22,9	22,9	-	29,2	32,3		
326	04.10.2011	-	-			-	15,9	18,9		
327	05.10.2011	-	-			-	6,8	7,2		
328	06.10.2011	-	-			-	9,6	11,4		
						-				

Anlage 6 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 1 von 11**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
1	09.12.2009	Teddington	9,8	12,6	1017	94,1	0,1	221	0,3
2	10.12.2009	(Winter)	3,9	11,3	1028	90,9	0,2	244	0,3
3	11.12.2009		5,7	7,8	1029	93,8	0,4	231	0,0
4	12.12.2009		5,8	9,4	1026	83,9	0,8	200	0,0
5	13.12.2009		4,2	7,2	1022	87,7	0,5	234	0,3
6	14.12.2009		3,4	5,6	1017	88,8	0,2	201	0,0
7	15.12.2009		-0,6	3,3	1015	87,5	0,2	196	0,3
8	16.12.2009		1,5	3,9	1006	96,9	0,2	245	2,8
9	17.12.2009		1,3	4,6	1008	85,2	2,4	225	1,3
10	18.12.2009		-0,8	2,3	1013	86,6	0,9	281	0,0
11	19.12.2009		-0,1	1,7	1002	85,9	0,2	240	1,8
12	20.12.2009		-0,9	2,7	995	87,3	0,1	206	0,0
13	21.12.2009		1,1	3,3	984	97,3	0,3	187	8,6
14	22.12.2009		-2,1	2,7	988	98,3	0,0	218	0,3
15	23.12.2009		2,8	5,4	987	95,9	0,4	173	7,1
16	24.12.2009		4,1	6,6	986	94,1	0,3	217	0,5
17	25.12.2009		4,1	7,3	998	94,5	0,2	210	2,5
18	26.12.2009		5,9	9,4	995	90,2	0,3	200	0,8
19	27.12.2009		2,4	7,8	1000	86,2	0,3	240	0,0
20	28.12.2009		3,7	6,1	998	88,6	1,2	80	1,8
21	29.12.2009		4,8	5,6	988	95,9	1,7	94	11,7
22	30.12.2009		4,3	5,6	992	93,1	1,9	101	5,6
23	31.12.2009		2,3	4,5	998	81,8	1,1	207	0,0
24	01.01.2010		-0,1	3,9	1008	88,3	0,2	243	0,0
25	02.01.2010		1,6	5,0	1016	87,2	0,1	245	0,0
26	03.01.2010		-1,6	3,5	1021	88,3	0,3	205	0,0
27	04.01.2010		-3,7	0,6	1012	97,2	0,0	232	0,0
28	05.01.2010		0,8	2,2	998	89,9	0,7	129	4,8
29	06.01.2010		-2,3	1,1	1005	94,3	0,7	215	1,8
30	07.01.2010		-1,2	0,0	1013	91,1	0,5	240	0,0

Anlage 6 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 2 von 11**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
31	08.01.2010	Teddington (Winter)	-1,6	1,6	1022	91,1	0,8	225	0,3
32	09.01.2010		0,9	2,2	1018	79,3	1,8	161	0,0
33	10.01.2010		1,4	2,8	1015	90,5	0,7	92	1,3
34	11.01.2010		1,5	2,4	1015	86,0	0,3	137	0,3
35	12.01.2010		1,4	2,8	1000	85,9	1,5	103	0,0
36	13.01.2010		1,5	3,0	998	94,8	0,1	151	8,6
37	14.01.2010		2,5	4,4	1008	97,0	0,1	229	0,3
38	15.01.2010		5,6	6,7	1011	90,0	1,8	151	1,8
39	16.01.2010		5,7	7,8	1003	96,3	0,4	202	9,1
40	17.01.2010		4,1	9,4	1019	93,9	0,1	219	0,0
41	18.01.2010		6,2	7,8	1021	97,8	0,1	199	0,0
42	19.01.2010		6,4	8,7	1012	83,7	1,4	111	1,0
43	20.01.2010		3,0	3,9	1012	92,1	0,2	227	3,8
44	21.01.2010		6,1	8,3	1015	85,2	1,1	154	0,3
45	22.01.2010		7,6	8,6	1014	95,0	0,5	209	7,4
46	23.01.2010		4,8	6,7	1018	87,0	0,2	262	0,0
47	24.01.2010		4,4	6,7	1022	91,1	0,1	241	1,3
48	25.01.2010		3,2	5,0	1033	80,0	0,9	161	0,5
49	26.01.2010		0,0	3,3	1037	83,2	0,5	167	0,0
50	27.01.2010		4,4	7,2	1018	85,5	0,3	247	1,0
51	28.01.2010		5,5	7,6	1000	86,4	0,5	247	8,1
52	29.01.2010		1,3	6,2	992	76,9	0,9	279	0,3
53	30.01.2010		-0,9	4,5	1001	84,4	0,2	240	0,0
54	31.01.2010		0,0	4,0	1005	91,2	0,1	241	0,0
55	01.02.2010		3,1	7,1	1010	83,9	0,4	222	0,3
56	02.02.2010		5,9	8,4	1002	89,6	0,3	229	1,0
57	03.02.2010		6,7	8,9	1004	91,0	0,2	180	2,0
58	04.02.2010		7,6	8,9	997	86,1	1,3	153	2,3
59	05.02.2010		7,2	12,8	1000	84,9	0,6	143	0,3
60	06.02.2010		5,1	7,8	1017	89,7	0,6	227	0,0

Anlage 6 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 3 von 11**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
61	07.02.2010	Teddington (Winter)	3,8	5,6	1015	85,1	0,8	201	0,0
62	08.02.2010		1,4	3,3	1008	82,1	2,0	137	0,5
63	09.02.2010		3,2	5,8	1010	77,7	1,3	233	0,0
64	10.02.2010		1,1	3,9	1016	70,1	1,8	215	0,0
65	11.02.2010		2,3	3,9	1019	74,1	1,1	233	1,0
66	12.02.2010		3,0	5,0	1020	76,5	1,1	167	0,5
67	13.02.2010		2,4	4,0	1017	82,4	0,5	254	0,0
68	14.02.2010		2,2	5,0	1010	91,8	0,1	241	0,3
69	15.02.2010		3,3	5,0	997	89,7	0,1	203	7,9
70	16.02.2010		3,7	5,6	988	94,6	0,1	186	23,1
71	17.02.2010		3,4	9,4	988	78,8	0,3	139	1,0
72	18.02.2010		3,7	6,6	986	92,6	0,7	216	4,6
73	19.02.2010		0,8	6,7	993	87,5	0,2	238	0,3
74	20.02.2010		1,7	7,2	994	87,9	0,2	216	3,3
75	21.02.2010		5,3	7,5	986	92,2	0,5	150	14,7
76	22.02.2010		3,1	4,0	985	88,2	1,4	140	2,8
77	23.02.2010		4,8	7,9	988	92,2	0,8	127	3,6
78	24.02.2010		8,4	11,1	985	91,6	0,5	188	2,8
79	25.02.2010		7,7	10,0	979	88,1	1,0	174	8,6
80	26.02.2010		6,4	9,4	991	77,0	0,7	208	1,3
81	27.02.2010		7,8	11,2	983	88,4	0,7	181	17,5
82	28.02.2010		3,4	6,7	997	88,5	0,5	258	4,3
83	01.03.2010		4,1	11,7	1013	78,0	0,2	236	0,0
84	02.03.2010		6,4	12,0	1020	62,9	0,9	101	0,0
85	03.03.2010		4,7	7,2	1016	71,6	2,5	85	0,0
86	04.03.2010		2,1	8,3	1026	72,0	1,0	196	0,0
87	27.04.2010	Teddington (Sommer)	14,8	22,7	1020	64,1	0,3	187	0,0
88	28.04.2010		15,6	21,7	1011	61,9	0,5	192	0,0
89	29.04.2010		14,2	20,0	1003	76,8	0,2	238	2,5
90	30.04.2010		12,6	16,1	1004	76,4	0,4	227	2,0

Anlage 6 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 4 von 11**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
91	01.05.2010	Teddington	12,4	18,2	1004	75,3	0,5	184	9,4
92	02.05.2010	(Sommer)	7,4	9,5	1012	76,5	1,8	233	4,8
93	03.05.2010		7,7	12,2	1021	60,1	1,7	240	0,5
94	04.05.2010		7,9	13,4	1021	66,2	0,8	226	0,0
95	05.05.2010		12,1	16,7	1012	64,2	0,8	209	0,0
96	06.05.2010		10,9	17,3	1007	59,1	1,2	175	0,0
97	07.05.2010		9,9	14,2	1007	64,5	1,4	181	0,8
98	08.05.2010		8,6	10,5	1009	78,3	1,1	213	0,0
99	09.05.2010		9,2	12,2	1008	69,6	1,0	153	0,0
100	10.05.2010		9,5	14,3	1008	56,5	1,4	173	0,0
101	11.05.2010		6,7	11,1	1009	66,1	0,6	196	0,0
102	12.05.2010		8,1	13,4	1011	61,1	0,6	220	0,0
103	13.05.2010		9,7	15,0	1009	59,8	0,3	212	0,0
104	14.05.2010		12,0	16,3	1008	58,0	0,4	213	0,0
105	15.05.2010		12,5	19,2	1011	60,3	0,4	260	0,0
106	16.05.2010		11,3	17,2	1014	82,3	0,2	219	4,8
107	17.05.2010		12,8	19,8	1021	63,0	0,4	266	0,0
108	18.05.2010		14,1	20,5	1024	62,0	0,4	189	0,0
109	19.05.2010		16,0	23,3	1025	68,8	0,1	235	0,0
110	20.05.2010		18,1	24,4	1026	72,3	0,1	247	0,0
111	21.05.2010		18,9	25,5	1024	62,4	1,2	111	0,0
112	22.05.2010		18,2	24,6	1022	60,0	1,2	131	0,0
113	23.05.2010		21,7	31,1	1014	51,3	0,3	213	0,0
114	24.05.2010		20,5	30,8	1007	54,6	1,4	158	0,0
115	25.05.2010		15,0	20,2	1006	54,5	2,3	91	0,0
116	26.05.2010		13,2	18,2	1005	66,0	1,0	140	1,5
117	27.05.2010		13,3	19,4	1006	58,9	0,4	241	0,3
118	28.05.2010		15,2	21,8	1010	59,6	0,6	209	0,0
119	29.05.2010		14,1	16,7	1003	82,5	1,0	209	1,0
120	30.05.2010		14,6	21,0	1010	52,9	1,6	263	0,0

Anlage 6 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 5 von 11**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
121	31.05.2010	Teddington	14,3	16,7	1014	72,1	0,6	203	0,0
122	01.06.2010	(Sommer)	13,0	16,7	1013	86,7	0,4	176	2,8
123	02.06.2010		17,4	24,5	1017	55,2	0,7	152	0,0
124	03.06.2010		17,5	22,7	1016	51,8	1,6	91	0,0
125	04.06.2010		20,3	29,6	1014	55,5	0,5	179	0,0
126	05.06.2010		22,1	28,4	1008	60,2	0,4	185	0,0
127	06.06.2010		18,2	24,7	1006	68,1	0,6	262	0,0
128	07.06.2010		15,8	22,7	1002	73,9	0,5	154	7,9
129	08.06.2010		15,7	20,9	997	81,3	0,5	193	2,3
130	09.06.2010		17,8	22,2	1000	72,1	1,1	154	0,0
131	10.06.2010		15,2	19,4	1002	83,2	1,8	211	0,3
132	11.06.2010								
			15,5	21,7	1006	68,2	0,5	243	0,0
133	12.06.2010		15,6	21,5	1012	63,0	0,7	201	0,0
134	13.06.2010		16,9	21,7	1007	65,8	0,7	192	0,3
135	14.06.2010		14,6	20,6	1017	70,4	1,5	163	1,8
136	15.06.2010		14,4	19,3	1022	56,1	1,8	171	0,0
137	16.06.2010		15,2	21,0	1018	57,8	1,9	164	0,0
138	17.06.2010		17,6	24,3	1015	58,5	1,6	142	0,0
139	18.06.2010		14,5	21,1	1014	69,7	1,1	216	0,8
140	19.06.2010		12,5	16,2	1014	55,8	1,5	253	0,0
141	20.06.2010		15,6	22,1	1017	55,8	0,7	240	0,0
142	21.06.2010		19,8	27,5	1017	55,1	0,4	194	0,0
143	22.06.2010		21,5	29,5	1017	50,1	0,3	238	0,0
144	23.06.2010		21,8	30,0	1014	52,4	0,3	226	0,0
145	24.06.2010		21,3	27,7	1012	54,7	0,4	261	0,0
146	25.06.2010		21,9	28,3	1011	56,1	1,0	130	0,0
147	26.06.2010		21,1	27,1	1011	63,2	0,9	146	0,0
148	27.06.2010		22,8	30,8	1013	50,3	0,3	203	0,0
149	28.06.2010		23,2	31,0	1013	43,9	0,3	218	2,8
150	29.06.2010		21,5	30,0	1013	70,2	0,2	210	0,0

Anlage 6 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 6 von 11**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
151	30.06.2010	Teddington	20,1	28,7	1011	63,2	0,3	197	0,0
152	01.07.2010	(Sommer)	21,9	26,4	1005	58,8	0,6	173	0,0
153	27.01.2011	Köln	-0,2	3,2	1015	72,1	1,6	49	0,0
154	28.01.2011	(Winter)	-1,8	3,4	1015	77,0	1,3	98	0,0
155	29.01.2011		-2,1	4,7	1013	77,0	0,9	157	0,0
156	30.01.2011		-3,4	1,8	1015	83,9	0,7	168	0,0
157	31.01.2011		-3,8	-2,2	1020	86,9	1,3	127	0,0
158	01.02.2011		-2,3	-0,4	1022	88,2	2,1	172	0,0
159	02.02.2011		0,8	2,5	1021	88,6	3,1	144	8,7
160	03.02.2011		4,3	7,6	1018	83,0	2,9	193	0,3
161	04.02.2011		9,9	10,7	1014	72,4	6,9	239	0,3
162	05.02.2011		11,0	12,0	1017	71,2	7,1	241	0,0
163	06.02.2011		8,2	10,6	1018	69,5	3,9	224	0,0
164	07.02.2011		9,8	15,5	1011	60,9	3,6	212	0,6
165	08.02.2011		3,2	10,3	1017	77,0	1,1	166	0,0
166	09.02.2011		6,1	10,9	1014	67,6	3,2	120	0,0
167	10.02.2011		8,7	11,0	1007	84,2	3,2	185	14,0
168	11.02.2011		8,9	11,2	1007	93,5	2,0	193	33,0
169	12.02.2011		6,0	7,8	1007	89,8	2,7	130	3,0
170	13.02.2011		6,3	9,1	1002	81,1	4,2	106	0,0
171	14.02.2011		6,0	8,7	998	87,5	2,5	143	5,1
172	15.02.2011		5,4	8,2	992	86,9	3,5	110	1,8
173	16.02.2011		4,0	9,8	994	86,7	1,4	125	0,0
174	17.02.2011		4,1	10,2	1002	76,8	1,7	124	0,0
175	18.02.2011		2,7	3,6	1009	78,4	1,5	104	0,0
176	19.02.2011		2,7	5,3	1010	73,6	4,5	95	0,0
177	20.02.2011		-0,5	2,9	1011	67,1	4,1	77	0,0
178	21.02.2011		-2,7	0,9	1011	65,5	3,1	94	0,0
179	22.02.2011		-1,6	4,2	1015	56,2	3,0	124	0,0
180	23.02.2011		1,2	3,6	1016	59,6	5,0	132	0,0

Anlage 6 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 7 von 11**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
181	24.02.2011	Köln	2,2	3,8	1019	94,2	2,6	102	5,7
182	25.02.2011	(Winter)	5,3	7,2	1018	87,1	3,4	111	0,0
183	26.02.2011		6,3	8,5	1005	86,0	4,3	196	10,5
184	27.02.2011		4,2	6,4	1010	86,0	3,9	251	1,5
185	28.02.2011		3,8	6,6	1022	83,3	0,9	202	0,0
186	01.03.2011		5,2	10,3	1026	69,9	2,1	139	0,3
187	02.03.2011		4,8	13,6	1024	54,7	2,2	137	0,0
188	03.03.2011		3,7	10,6	1024	50,4	1,4	90	0,0
189	04.03.2011		3,4	10,8	1021	67,8	1,2	222	0,0
190	05.03.2011		2,7	7,0	1021	73,4	2,2	206	0,0
191	06.03.2011		3,0	8,2	1024	52,4	1,9	84	0,0
192	07.03.2011		4,0	9,3	1023	34,2	5,1	101	0,0
193	08.03.2011		7,9	14,4	1013	54,0	2,3	147	0,0
194	09.03.2011		7,1	10,6	1010	75,8	3,5	232	0,9
195	10.03.2011		9,2	10,1	1008	68,9	5,3	231	0,0
196	11.03.2011		8,1	11,4	1008	69,5	3,8	197	0,3
197	12.03.2011		12,1	16,4	998	61,6	3,3	147	0,3
198	13.03.2011		11,2	14,1	1001	77,3	2,0	156	1,5
199	14.03.2011		9,8	13,8	1010	81,2	0,3	114	0,0
200	15.03.2011		12,3	19,6	1006	66,2	2,2	96	0,0
201	16.03.2011		9,5	16,9	1000	71,9	2,5	126	0,0
202	17.03.2011		5,7	7,2	1009	86,9	4,7	267	0,0
203	18.03.2011		6,0	7,6	1018	89,1	1,1	135	11,1
204	19.03.2011		5,0	12,1	1027	59,5	1,2	123	0,0
205	20.03.2011		5,3	13,2	1027	57,7	0,9	150	0,0
206	21.03.2011		6,9	16,1	1029	56,5	1,0	166	0,0
207	22.03.2011		9,4	17,2	1031	62,7	1,1	184	0,0
208	23.03.2011		10,7	18,6	1030	66,8	1,2	161	0,0
209	24.03.2011		10,9	18,6	1021	67,2	1,0	174	0,0
210	25.03.2011		11,8	18,0	1010	59,4	1,6	183	0,0

Anlage 6 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 8 von 11**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
211	26.03.2011	Köln	7,7	11,6	1010	64,8	1,5	105	0,0
212	27.03.2011	(Winter)	9,3	16,3	1006	60,9	1,1	196	0,0
213	28.03.2011		7,2	13,7	1009	60,2	1,9	172	0,0
214	29.03.2011		9,6	18,5	1007	62,1	1,1	168	0,0
215	30.03.2011		12,6	15,9	1008	66,7	2,4	170	0,0
216	31.03.2011		13,8	15,6	1011	78,2	3,7	230	6,5
217	01.04.2011		13,9	18,8	1014	78,1	2,3	175	0,0
218	02.04.2011		17,6	24,3	1006	62,2	2,6	159	0,0
219	03.04.2011		10,9	15,8	1009	85,3	2,0	251	8,7
220	04.04.2011		10,0	15,0	1017	65,3	2,7	214	0,0
221	05.04.2011		11,8	15,1	1020	71,9	2,1	173	0,9
222	06.04.2011		16,2	23,0	1019	73,9	1,8	196	0,0
223	07.04.2011		13,8	21,6	1019	67,2	3,0	245	0,0
224	08.04.2011		12,9	18,2	1018	64,7	2,9	255	0,0
225	09.04.2011		11,3	18,9	1018	59,8	1,3	183	0,0
226	10.04.2011		14,0	23,1	1016	60,2	1,1	191	0,0
227	11.04.2011		16,0	25,0	1012	58,8	3,9	244	2,7
228	12.04.2011		7,7	12,4	1018	66,7	4,1	257	0,9
229	13.04.2011		10,1	14,3	1013	57,1	2,0	203	0,0
230	14.04.2011		8,0	14,2	1013	65,4	0,6	159	0,0
231	15.04.2011		10,4	17,0	1014	53,6	1,2	169	0,0
232	16.04.2011		11,9	16,9	1017	51,7	0,9	166	0,0
233	17.04.2011		11,4	19,2	1017	53,7	1,2	139	0,0
234	18.04.2011		14,3	21,2	1011	48,6	1,9	149	0,0
235	19.04.2011		15,5	25,5	1009	52,4	1,2	146	0,0
236	20.04.2011		16,6	25,7	1008	51,3	1,1	154	0,0
237	21.04.2011		17,8	26,3	1006	54,1	0,7	180	0,0
238	22.04.2011		20,0	27,8	1003	51,8	1,3	146	8,3
239	23.04.2011		18,0	28,9	1005	58,0	0,7	152	0,0
240	24.04.2011		18,1	28,0	1011	51,7	1,0	172	0,0

Anlage 6 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 9 von 11**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
241	25.04.2011	Köln	16,8	26,0	1013	50,3	1,2	153	0,0
242	26.04.2011	(Winter)	16,7	23,4	1011	51,5	1,8	166	2,1
243	27.04.2011		10,8	12,5	1010	90,4	0,7	213	8,9
244	28.04.2011		14,2	20,5	1005	77,6	0,7	176	0,3
245	29.04.2011		17,2	24,9	1002	56,8	1,7	112	3,0
246	30.04.2011		16,9	24,2	1002	47,4	1,7	141	0,0
247	01.05.2011		14,8	22,4	1002	44,5	1,6	111	0,0
248	02.05.2011		11,0	17,8	1004	53,3	2,0	116	0,0
249	03.05.2011		10,0	17,2	1011	49,4	1,0	164	0,0
250	04.05.2011		9,7	16,2	1016	61,5	1,3	168	0,0
251	05.05.2011		14,1	19,8	1015	46,9	2,2	119	0,0
252	06.05.2011		18,6	24,8	1012	41,1	2,5	110	0,0
253	07.05.2011		21,9	28,3	1011	37,0	3,4	109	0,0
254	08.05.2011		22,1	28,6	1013	34,7	4,1	97	0,0
255	25.07.2011	Bornheim	17,2	22,8	1001	73,8	0,8	193	1,2
256	26.07.2011	(Sommer)	17,0	20,6	1006	78,4	1,1	259	0,0
257	27.07.2011		17,3	24,3	1010	84,8	0,7	229	51,7
258	28.07.2011		17,7	24,5	1011	85,6	0,6	228	5,9
259	29.07.2011		16,9	20,2	1011	76,2	2,9	299	0,0
260	30.07.2011		14,5	16,1	1010	80,4	2,3	288	0,0
261	31.07.2011		13,4	16,6	1009	76,2	0,9	244	0,0
262	01.08.2011		19,1	26,1	1008	68,1	0,9	177	0,0
263	02.08.2011		23,2	30,0	1007	60,8	1,5	143	0,0
264	03.08.2011		19,7	24,1	1006	82,9	1,1	195	5,4
265	04.08.2011		22,3	29,2	1005	71,6	0,8	204	3,6
266	05.08.2011		20,6	25,0	1004	75,8	1,1	221	0,6
267	06.08.2011		19,3	25,4	996	85,0	1,4	171	7,7
268	07.08.2011		17,8	22,4	998	64,0	1,5	209	1,8
269	08.08.2011		15,5	18,4	1000	74,7	2,5	219	6,2
270	09.08.2011		13,8	17,8	1012	76,8	2,7	265	14,8

Anlage 6 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 10 von 11**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
271	10.08.2011	Bornheim (Sommer)	18,0	22,4	1013	57,5	1,3	224	0,0
272	11.08.2011		20,9	25,5	1004	53,8	1,2	220	0,3
273	12.08.2011		18,5	21,7	1003	78,9	1,1	228	2,1
274	13.08.2011		20,1	23,7	1001	77,0	0,7	185	0,0
275	14.08.2011		17,4	19,9	1000	86,2	1,1	219	17,4
276	15.08.2011		17,9	22,4	1009	71,8	1,2	230	0,0
277	16.08.2011		19,1	23,9	1010	69,0	0,7	190	0,6
278	17.08.2011		21,1	27,8	1007	73,8	0,7	206	4,7
279	18.08.2011		22,5	31,3	1004	76,6	1,2	174	20,9
280	19.08.2011		16,8	21,2	1011	80,0	1,5	235	3,3
281	20.08.2011		20,7	28,1	1011	66,6	0,8	157	0,0
282	21.08.2011		23,2	31,4	1007	74,8	1,0	184	0,3
283	22.08.2011		20,4	24,4	1009	76,5	1,2	253	0,0
284	23.08.2011		22,6	27,8	1005	78,4	0,9	206	0,0
285	24.08.2011		20,1	27,2	1007	76,6	0,7	192	0,6
286	25.08.2011		20,8	27,6	1003	83,4	1,0	176	2,1
287	26.08.2011		19,4	30,2	999	83,7	1,5	195	29,1
288	27.08.2011		15,3	20,0	1007	77,0	1,1	207	0,3
289	28.08.2011		15,6	19,7	1009	69,2	1,3	212	0,0
290	29.08.2011		14,5	18,4	1008	66,7	2,0	243	0,0
291	30.08.2011		13,6	18,4	1008	73,6	0,8	236	0,0
292	31.08.2011		14,8	21,4	1007	72,0	0,7	225	0,0
293	01.09.2011		16,4	23,4	1006	71,6	0,6	182	0,0
294	02.09.2011		21,2	29,4	1004	72,2	0,8	160	0,0
295	03.09.2011		24,5	30,9	1002	67,0	1,3	132	3,6
296	04.09.2011		20,2	27,4	1002	79,5	1,1	223	0,6
297	05.09.2011		16,6	21,4	1009	62,9	1,9	217	0,0
298	06.09.2011		17,4	20,6	1005	66,8	2,6	219	4,8
299	07.09.2011		14,9	18,1	1004	73,1	2,2	246	5,7
300	08.09.2011		14,7	16,2	1003	84,7	1,1	209	3,3

Anlage 6 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 11 von 11**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
301	09.09.2011	Bornheim	19,0	21,6	1004	86,9	0,4	167	0,0
302	10.09.2011	(Sommer)	23,8	29,7	1001	73,0	1,5	155	0,0
303	11.09.2011		16,2	22,1	1003	86,0	0,7	165	16,2
304	12.09.2011		19,4	24,6	1004	71,1	1,7	204	0,0
305	13.09.2011		16,7	20,8	1006	67,3	1,6	219	0,0
306	14.09.2011		15,2	19,6	1011	65,1	1,5	224	0,0
307	15.09.2011		14,1	20,4	1013	75,3	0,6	207	0,0
308	16.09.2011		17,1	21,9	1006	72,6	1,4	145	0,0
309	17.09.2011		16,8	21,4	1001	70,6	1,0	207	3,6
310	18.09.2011		13,3	16,5	998	76,4	1,0	200	4,5
311	19.09.2011		13,6	18,1	1008	75,8	1,4	231	0,9
312	20.09.2011		15,6	18,5	1014	78,0	0,5	196	0,0
313	21.09.2011		16,9	20,5	1011	69,5	0,8	204	0,0
314	22.09.2011		15,2	18,7	1011	72,2	1,2	231	0,0
315	23.09.2011								
316	24.09.2011								
317	25.09.2011								
318	26.09.2011								
319	27.09.2011				Ausfall Wetterstation				
320	28.09.2011								
321	29.09.2011								
322	30.09.2011		18,4	26,8	1017	68,3	1,2	155	0,0
323	01.10.2011		18,1	28,0	1018	70,6	0,5	176	0,0
324	02.10.2011		17,8	26,8	1016	75,4	0,3	213	0,0
325	03.10.2011		18,8	26,5	1013	65,9	0,8	168	0,0
326	04.10.2011		17,8	20,5	1013	72,4	1,6	214	0,0
327	05.10.2011		17,5	20,0	1011	70,8	1,2	199	0,0
328	06.10.2011		13,2	19,3	1001	71,2	2,3	213	0,3

Anhang 2

Verfahren zur Filterwägung

A) Standorte in Deutschland (Köln und Bornheim)

A.1 Ausführung der Wägung

Die Wägungen werden im klimatisierten Wägeraum durchgeführt. Die Bedingungen sind 20 °C ±1 °C und 50 % ±5 % rel. Feuchte und entsprechen damit den Vorgaben der DIN EN 14907.

Die Filter für den Feldtest werden manuell gewogen. Für die Konditionierung werden die Filter einschließlich der Kontrollfilter auf Siebe gelegt, so dass keine Überlappung vorliegt.
Die Bedingungen für die Hin und Rückwägung werden vorher festgelegt und entsprechen der Richtlinie.

Vor der Probenahme = Hinwägung	Nach der Probenahme = Rückwägung
Konditionierung 48 Stunden + 2 Stunden	Konditionierung 48 Stunden + 2 Stunden
Wiegen der Filter	Wiegen der Filter
nochmals Konditionierung 24 Stunden +2 Stunden	nochmals Konditionierung 24 Stunden + 2 Stunden
Wiegen der Filter und sofort verpacken	Wiegen der Filter

Die Waage steht immer betriebsbereit zur Verfügung. Vor jeder Wägeserie wird die interne Waagenkalibrierung gestartet. Ist alles in Ordnung, wird als Referenzgewicht das Eichgewicht von 200 mg gewogen und die Randbedingungen notiert. Die Abweichungen zur vorhergehenden Wägung entsprechen der Richtlinie und überschreiten die 20 µg nicht (siehe Abbildung 75). Dann werden die sechs Kontrollfilter gewogen. Die Kontrollfilter mit einer Abweichung von über 40 µg werden in der Auswerteseite mit einer Warnung angezeigt und nicht für die Rückwägung verwendet. Für die Rückwägung werden die ersten drei einwandfreien Kontrollfilter genommen, während die anderen sicher in ihren Döschen bleiben, um bei Beschädigungen und/oder größeren Abweichungen der ersten drei Kontrollfilter zum Einsatz zu kommen. Den exemplarischen Verlauf über einen Zeitraum von über vier Monate zeigt Abbildung 76.

Bei der Hinwägung der Filter werden die Filter, die zwischen der ersten und zweiten Wägung eine Differenz von über 40 µg aufweisen, ausgemustert. Bei der Rückwägung werden die Filter mit einer Differenz von über 60 µg normgerecht nicht zur Auswertung genommen.

Für den Transport von und zu der Messstelle und für die Lagerung werden die gewogenen Filter einzeln in Polystyroldöschen verpackt. Erst vor dem Einlegen in den Filterhalter wird das Döschen geöffnet. Die unbeladenen Filter können im Wägeraum bis zu 28 Tage vor der Probenahme gelagert werden. Sollte dieser Zeitraum einmal überschritten werden, so wird die Hinwägung der Filter wiederholt.

Die Lagerung der beaufschlagten Filter kann bei oder unterhalb von 23 °C max. 15 Tage erfolgen. Die Filter werden bei 7 °C im Kühlschrank gelagert.

A2 Auswertung der Filter

Die Auswertung der Filter erfolgt unter Verwendung eines Korrekturterms. Zweck dieser Korrekturrechnung ist es, die relative Masseänderung durch die Wägeraumbedingungen zu minimieren.

Formel :

$$Staub = MF_{rück} - (M_{Tara} \times (MKon_{rück} / MKon_{hin})) \qquad (F1)$$

$MKon_{hin}$ = mittlere Masse der 3 Kontrollfilter von 48 h und 72h Hinwägung

$MKon_{rück}$ = mittlere Masse der 3 Kontrollfilter von 48 h und 72 h Rückwägung

M_{Tara} = mittlere Masse des Filters von 48 h und 72 h Hinwägung

$MF_{rück}$ = mittlere Masse des bestaubten Filters von 48 h und 72 h Rückwägung

Staub = korrigierte Staubmasse auf dem Filter

Es zeigt sich, dass durch die Korrekturrechnung das Verfahren unabhängig von den Wägeraumkonditionen wird. Damit sind die Einflüsse des Wassergehaltes der Filtermasse zwischen beladenen und unbeladenen Filtern kontrollierbar und verändern nicht die Staubgehalte auf den beladenen Filtern. Damit ist der Punkt EN 14907 9.3.2.5 hinreichend erfüllt.

Der exemplarische Verlauf des Eichgewichtes für den Zeitraum von Nov. 2008 bis Feb. 2009 zeigt, dass die zulässige Differenz von 20 µg zur vorhergehenden Messung nicht überschritten wird.

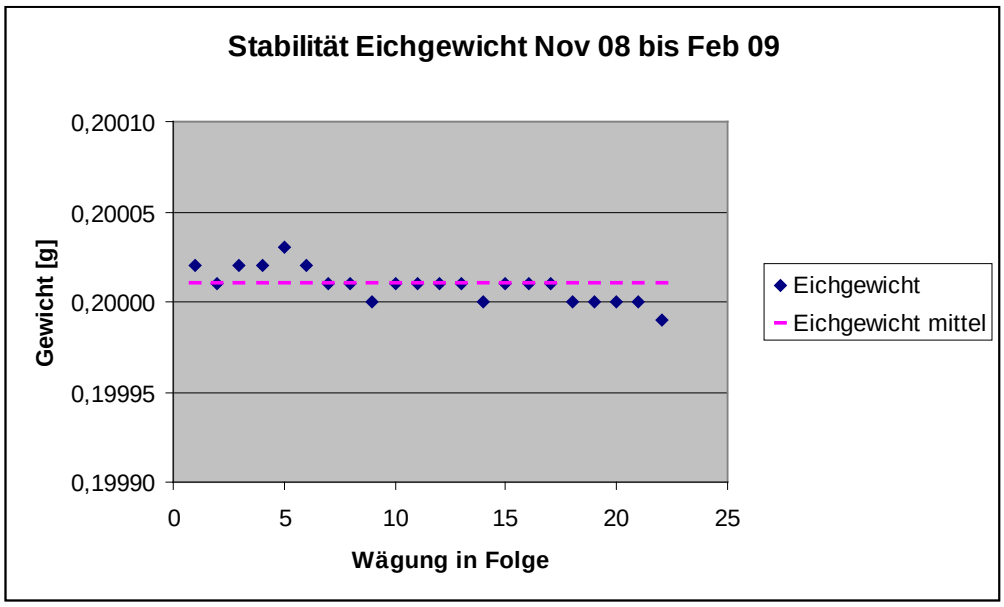


Abbildung 75: Stabilität Eichgewicht

Tabelle 35: Stabilität Eichgewicht

Datum	Wägung Nr.	Eichgewicht	Differenz zur vorhergehenden Wägung
		g	µg
12.11.2008	1	0,20002	
13.11.2008	2	0,20001	-10
10.12.2008	3	0,20002	10
11.12.2008	4	0,20002	0
17.12.2008	5	0,20003	10
18.12.2008	6	0,20002	-10
07.01.2009	7	0,20001	-10
08.01.2009	8	0,20001	0
14.01.2009	9	0,20000	-10
15.01.2009	10	0,20001	10
21.01.2009	11	0,20001	0
22.01.2009	12	0,20001	0
29.01.2009	13	0,20001	0
30.01.2009	14	0,20000	-10
04.02.2008	15	0,20001	10
05.02.2009	16	0,20001	0
11.02.2009	17	0,20001	0
12.02.2009	18	0,20000	-10
18.02.2009	19	0,20000	0
19.02.2009	20	0,20000	0
26.02.2009	21	0,20000	0
27.02.2009	22	0,19999	-10

Gelb hinterlegt = Mittelwert

Grün hinterlegt = niedrigster Wert

Blau hinterlegt = höchster Wert

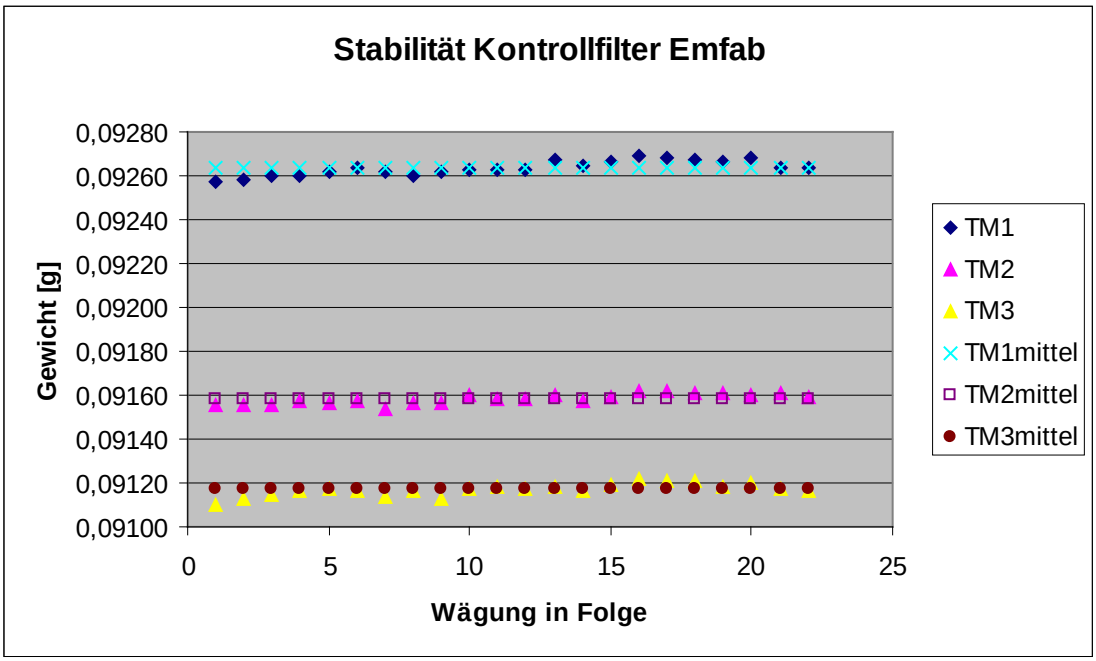


Abbildung 76: Stabilität der Kontrollfilter

Tabelle 36: Stabilität der Kontrollfilter

	Kontrollfilter Nr.		
Wägung Nr.	TM1	TM2	TM3
1	0,09257	0,09155	0,09110
2	0,09258	0,09155	0,09113
3	0,09260	0,09155	0,09115
4	0,09260	0,09157	0,09116
5	0,09262	0,09156	0,09117
6	0,09264	0,09157	0,09116
7	0,09262	0,09154	0,09114
8	0,09260	0,09156	0,09116
9	0,09262	0,09156	0,09113
10	0,09263	0,09160	0,09117
11	0,09263	0,09158	0,09118
12	0,09263	0,09158	0,09117
13	0,09267	0,09160	0,09118
14	0,09265	0,09157	0,09116
15	0,09266	0,09159	0,09119
16	0,09269	0,09162	0,09122
17	0,09268	0,09162	0,09121
18	0,09267	0,09161	0,09121
19	0,09266	0,09161	0,09118
20	0,09268	0,09160	0,09120
21	0,09264	0,09161	0,09117
22	0,09264	0,09159	0,09116
Mittelwert	0,09264	0,09158	0,09117
Standardabw.	3,2911E-05	2,4937E-05	2,8558E-05
rel. Standardabw.	0,036	0,027	0,031
Median	0,09264	0,09158	0,09117
kleinster Wert	0,09257	0,09154	0,09110
höchster Wert	0,09269	0,09162	0,09122

Gelb hinterlegt = Mittelwert

Grün hinterlegt = niedrigster Wert

Blau hinterlegt = höchster Wert

B) Standort in Großbritannien (Teddington)

B.1 Umsetzung der Wägeprotokolle

NPL (National Physical Laboratory) wurde beauftragt, die Filter für den Feldtest manuell zu wiegen. Entsprechend der Richtlinie EN14907 wurden die Filter weniger als 28 Tage im Wägeraum gelagert; die Plexiglaskammer, in der der Wiegevorgang stattfand, wurde bei 20 ± 1 °C und 50 ± 5 % gehalten; die Filter wurden vor und nach Probenahme zweimal gewogen. Tabelle 37 fasst die Wägebedingungen und Wiegezeiten zusammen:

Tabelle 37: Wägebedingungen und Wiegezeiten

Anfang Probenahme	Ende Probenahme
Lagerung mindestens 48 Stunden Filterwägung Lagerung 24 Stunden Filterwägung	Lagerung 48 Stunden Filterwägung Lagerung 24 Stunden Filterwägung

Zu Beginn jeder Wägereihe wurde die Balkenwaage untersucht, um die mechanischen Steifigkeiten zu entfernen, danach wurde kalibriert. Zu Beginn und zum Ende jeder Filtercharge wurde je ein Prüfgewicht von 50 mg und 200 mg gewogen. Entsprechend der Anforderungen des UK PM Equivalence Report [7] wurden die Filter in Bezug auf ein 100 mg Prüfgewicht und nicht in Bezug auf einen Nullfilter gewogen, da dieser über die Zeit einen Gewichtsverlust hat. Je vier Filter wurden zwischen den Prüfgewichten gewogen, da über diese Zeit die Wägedrift klein ist.

Die **Masse des Prüfgewichts (CM)** für die Filter wurde für jede Wägereihe nach der Gleichung **E A.1** berechnet

$$CM = \frac{\left(m_{check,Beg} + m_{check,End}\right)}{2} \qquad \textbf{E A.1}$$

Mit:

$M_{check,Beg}$ = Masse des Prüfgewichts, gewogen direkt vor dem Probenfilter.

$M_{check,End}$ = Masse des Prüfgewichts, gewogen direkt nach dem Probenfilter.

Die **Relative Masse (RM)** der Filter wurde für jede Wägereihe nach Gleichung **E A.2** berechnet: $RM = m_{filter} - CM$ **E A.2**

Mit:

m_{filter} = Masse des Probenfilters

Die **Partikel Masse (PM)** wird wie in EN 14907 beschrieben nach der folgenden Gleichung berechnet.

$$PM = \left(\frac{RM_{End1} + RM_{End2}}{2}\right) - \left(\frac{RM_{Beg1} + RM_{Beg2}}{2}\right) \qquad \textbf{E A.3}$$

Mit:

Beg1 kennzeichnet Wägereihe 1, vor Probenahme

Beg2 kennzeichnet Wägereihe 2, vor Probenahme

End1 kennzeichnet Wägereihe 1, nach Probenahme

End2 kennzeichnet Wägereihe 2, nach Probenahme

End Streubereich (S_{Pre}), Beg Streubereich (S_{Post}) und Prüfgewicht Streubereich (S_{Blank}) wurden nach den folgenden Gleichungen berechnet:

$$S_{Pre} = RM_{Anf1} - RM_{Anf2} \qquad \textbf{E A.4}$$

$$S_{Post} = RM_{End1} - RM_{End2} \qquad \textbf{E A.5}$$

$$S_{Blank} = \left(\frac{CM_{End2} + CM_{End1}}{2}\right) - \left(\frac{CM_{Anf2} + CM_{Anf1}}{2}\right) \qquad \textbf{E A.6}$$

Wie im UK PM Equivalence Report [7] beschrieben war es nicht möglich, alle Filter wie in EN14907 beschrieben innerhalb des 15-tägigen Zeitfensters zu wiegen.

Allerdings wurden die Filter direkt aus dem Referenzprobenehmer entnommen und in den Kühlschrank gelegt, dadurch war es nicht notwendig zu bestimmen ob $T_{Umgebung}$ 23 °C überschreitet. 15 Tage erscheinen unpraktikabel für einen relativ kleinen Feldtest Rahmen, es ist wenig wahrscheinlich, dass diese Methode in nationalen und regionalen Netzwerken übernommen wird, die Methode die hier angewendet wurde, ist repräsentativ für den Betrieb der Referenzprobenehmer in der Praxis.

A.2 Analyse des verwendeten Wägeprotokolls

Das Streuverhalten der Anfangs- und Endwiegungen für alle gewogenen EMFAB Filter im Verhältnis zum Taragewicht und zum Prüfgewicht sind in Abbildung 77 dargestellt. Wenn alle Filter während der Messungen an relativer Masse verlieren, wird die Streuung nach rechts verschoben, im Gegenzug wird die Streuung nach links verschoben, wenn die relative Masse der Filter zunimmt. Die EN14907 schreibt vor, dass unbeladene Filter verworfen werden sollen, wenn die Differenz der Masse der zwei Anfangswägungen größer als 40 µg ist. Gleichermaßen schreibt die EN14907 vor, dass Filter, deren Massendifferenz der beiden Endwägungen größer als 60 µg ist, verworfen werden. Es wurden keine Filter aufgrund dieses Kriteriums verworfen. Es gilt als unwahrscheinlich, dass die festgestellten Streuungen der Wiederholungsbestimmungen der Masse einen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse zu haben.

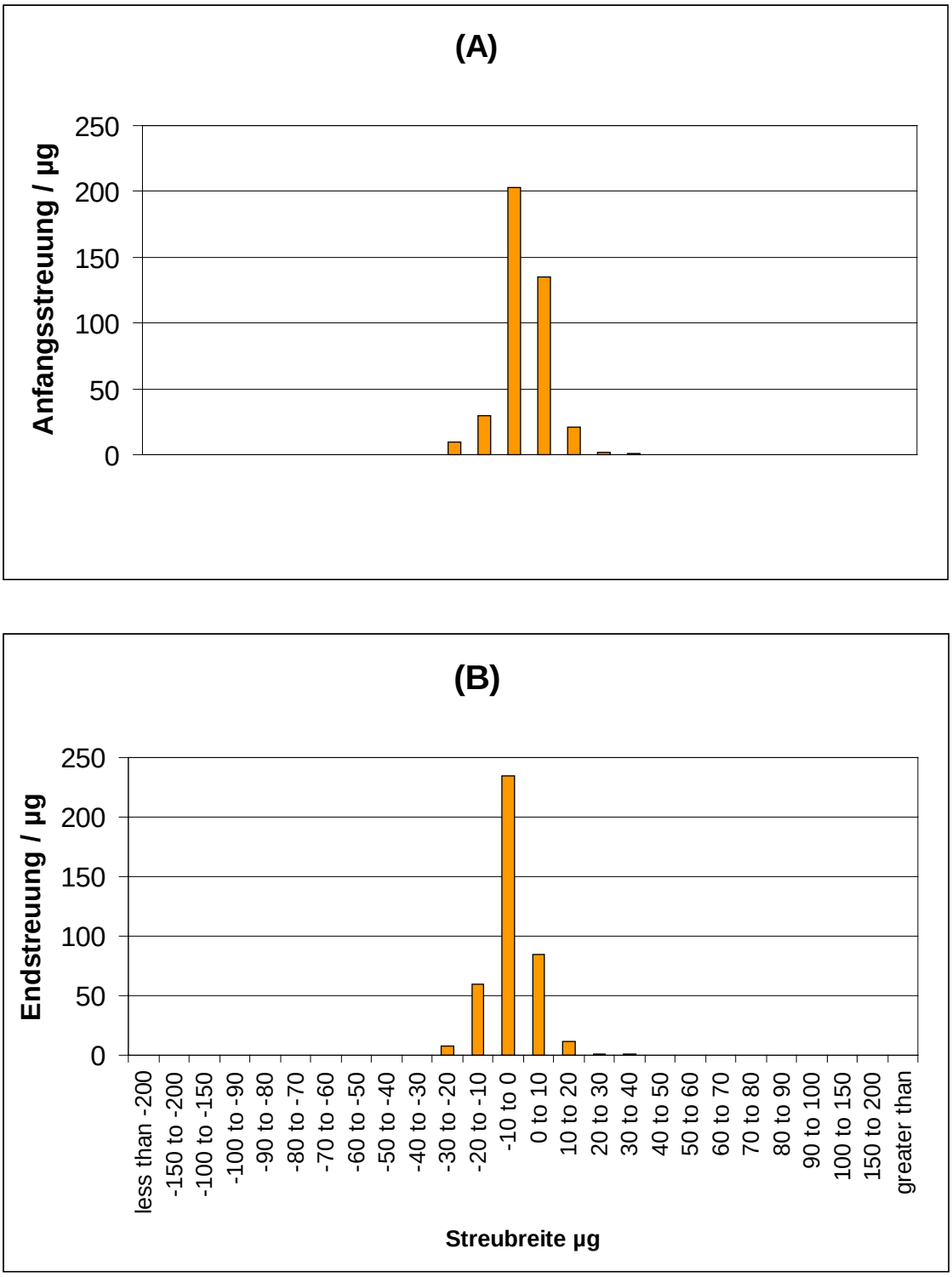


*Abbildung 77: Streuung der Emfab Filter für (**A**) Anfangswägung m Vergleich zum Prüfgewicht und (**B**) Endwägung im Vergleich zum Prüfgewicht*

Anhang 3

Handbücher

TEOM®1405-F

Messgerät mit FDMS® zur Überwachung von Feinstaub in der Umgebungsluft

42-0109785 Revision A.000 22Sep2009

Diese Dokumentation enthält Geschäftsgeheimnisse und vertrauliche, urheberrechtlich geschützte Informationen der Firma Thermo Fisher Scientific. Die mit dem Gerät ausgelieferte Software sowie die Dokumentation und alle darin enthaltenen Informationen dürfen weder vollständig noch teilweise verwendet, vervielfältigt oder anderen Personen zugänglich gemacht werden, es sei denn, dies wurde in einer vollständig ausgeführten Endnutzer-Lizenzvereinbarung der Firma Thermo Fisher Scientific genehmigt oder es existiert eine ausdrückliche schriftlichen Zustimmung von Thermo Fisher Scientific.

© 2007 Thermo Fisher Scientific. Alle Rechte vorbehalten.

TEOM®, ist ein eingetragenes Warenzeichen von Thermo Fisher Scientific. Andere Warenzeichen sind das Eigentum der entsprechenden Inhaber.

Die Erwähnung bestimmter Produktnamen (neben den Produkten von Thermo Fisher Scientific) in diesem Handbuch stellt keinerlei Befürwortung oder Empfehlung des entsprechenden Geräts durch Thermo Fisher Scientific dar.

Vorwort

Gewährleistung

Der Verkäufer gewährleistet, dass die Produkte gemäß den vom Hersteller veröffentlichten Angaben funktionieren, soweit die Produkte normal, korrekt und bestimmungsgemäß von korrekt ausgebildetem Personal betrieben und bedient werden. Die Gewährleistungsfrist beträgt 12 Monate ab Zeitpunkt der Installation oder 13 Monate nach Versand, je nachdem, welcher Zeitraum kürzer ist (die "Gewährleistungsfrist"). Unter der Voraussetzung, dass der Verkäufer umgehend schriftlich vom Auftreten eines Defekts in Kenntnis gesetzt wird und dass alle Kosten für den Rückversand der defekten Produkte an den Verkäufer vom Käufer im Voraus gezahlt werden, verpflichtet sich der Verkäufer während der Gewährleistungsfrist, je nach Wunsch des Kunden, die defekten Produkte entweder zu reparieren oder zu ersetzen, so dass diese gemäß vorgenannten Herstellerangaben betrieben werden können. Die Ersatzteile können neue oder alte wieder aufbereitete Teile sein. Dies liegt im Ermessen des Verkäufers. Alle ersetzten Teile werden Eigentum des Verkäufers. Der Versand reparierter Teile oder Ersatzteile an den Kunden erfolgt gemäß den Bestimmungen von Abschnitt 5 der allg. Verkaufs- und Geschäftsbedingungen. Lampen, Sicherungen, Glühbirnen und andere Einwegartikel sind ausdrücklich von der Gewährleistung in Abschnitt 9 der allg. Verkaufs- und Geschäftsbedingungen ausgeschlossen. Die Haftung des Verkäufers im Hinblick auf Ausrüstungsteile, Material, Komponenten oder Software, die dem Verkäufer von dritten Zulieferparteien geliefert werden, ist lediglich auf die Übereignung bzw. Abtretung der Gewährleistung von Drittlieferanten durch den Verkäufer an den Kunden beschränkt, in dem Maße, in dem die Gewährleistung abtretbar ist. Der Verkäufer ist unter keinen Umständen dazu verpflichtet, Reparaturen vorzunehmen, Teile zu ersetzen oder erforderliche Korrekturmaßnahmen durchzuführen, ganz oder teilweise, falls dies auf Gründe zurückzuführen ist wie (i) normalen Verschleiß und Abnutzung, (ii) Unfälle, Unglücke oder Ereignissen höherer Gewalt, (iii) Missbrauch, falsche Benutzung oder Fahrlässigkeit des Kunden, (iv) den nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch der Produkte, (v) externe Gründe wie z.B. - jedoch nicht beschränkt auf - Stromausfall oder Überspannung, (vi) unsachgemäße Lagerung der Produkte oder (vii) den Einsatz der Produkte in Kombination mit Geräten oder Software, die nicht vom Verkäufer geliefert wurden. Legt der Verkäufer fest, dass Produkte, für die der Kunde eine Gewährleistung fordert, nicht unter die hier

beschriebene Gewährleistung fallen, dann ist der Kunde dazu verpflichtet, alle Kosten dem Verkäufer zu zahlen oder zu vergüten, die durch Nachprüfung und Beantwortung einer solchen Gewährleistungsanfrage entstanden sind. Für die Vergütung gelten die dann jeweils gültigen Stundensätze und Materialkosten. Nimmt der Verkäufer Reparaturen oder Ersatzleistungen vor, die nicht durch die in Abschnitt 9 der allg. Verkaufs- und Geschäftsbedingungen festgelegte Gewährleistung abgedeckt werden, dann ist der Kunde dazu verpflichtet, den Verkäufer diese Leistung zu den dann jeweils gültigen Stundensätzen und Materialkosten des Verkäufers zu vergüten. Für Ersatzteile gilt die oben genannte Gewährleistung. Diese ist jedoch auf neunzig (90) Tage ab Versanddatum beschränkt. JEGLICHE INSTALLATION, WARTUNG, REPARATUR, SERVICE, VERBRINGUNG AN EINEN ANDEREN AUFSTELLUNGSORT ODER MODIFIKATION AN ODER DER PRODUKTE, ODER JEDWEDER UNERLAUBTER EINGRIFF AN DEN PRODUKTEN, DER VON EINER ANDEREN PERSON ODER EINEM ANDEREN RECHTSSUBJEKT DURCHGEFÜHRT BZW. VORGENOMMEN WIRD ALS DEM VERKÄUFER OHNE DESSEN VORHERIGE ZUSTIMMUNG, SOWIE JEGLICHE VERWENDUNG VON ERSATZTEILEN, DIE NICHT VOM VERKÄUFER GELIEFERT WURDEN, FÜHRT DAZU, DASS JEGLICHE GEWÄHRLEISTUNG IM HINBLICK AUF BETROFFENE PRODUKTE NICHTIG UND UNGÜLTIG WIRD. DIE IN DIESEM ABSCHNITT DARGELEGTEN VERPFLICHTUNGEN ZUR REPARATUR ODER ZUM ERSATZ EINES DEFEKTEN PRODUKTES STELLEN DAS EINZIGE RECHTSMITTEL DES KUNDEN IM FALLE DES AUFTRETEN EINES DEFEKTS AM PRODUKT DAR. FALLS NICHT AUSDRÜCKLICH ANDERS IN DIESEM ABSCHNITT 9 VEREINBART, SCHLIESST DER VERKÄUFER JEGLICHE GEWÄHRLEISTUNG, OB AUSGEDRÜCKT ODER IMPLIZIERT; MÜNDLICH ODER SCHRIFTLICH, IM HINBLICK AUF DIE PRODUKTE AUS. DIES SCHLIESST AUCH OHNE EINSCHRÄNKUNG ALLE IMPLIZIERTEN GEWÄHRLEISTUNGSANSPRÜCHE DER MARKTFÄHIGKEIT UND EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK MIT EIN. DER VERKÄUFER SCHLIESST AUSSERDEM VON DER GEWÄHRLEISTUNG AUS, DASS DIE PRODUKTE FEHLERFREI SIND ODER BESTIMMTE ERGEBNISSE ERZIELEN.

Sicherheitshinweis

Eine Reparatur der von Thermo Scientific hergestellten Geräte sollte ausschließlich von entsprechend geschultem Servicepersonal durchgeführt und gemäß der Thermo Scientific System-Dokumentation ausgeführt werden. Nehmen Sie keine unerlaubten Änderungen an der Hardware vor. In allen Instrumentengehäusen kann Hochspannung vorhanden sein. Treffen Sie daher entsprechende Sicherheitsvorkehrungen, wenn Sie mit diesem Gerät arbeiten.

Der Verkäufer ist nicht in der Lage, alle möglichen Betriebsarten- bzw. Funktionsweisen vorherzusehen, in denen der Benutzer versucht, das Gerät zu betreiben. Der Bediener übernimmt daher die mit der Verwendung bzw. dem Betrieb des Geräts verbundene Haftung. Des Weiteren lehnt der Verkäufer jegliche Verantwortung für Folgeschäden ab. Bei einer nicht bestimmungsgemäßen Verwendung dieses Produkts wird der Sicherheitsschutz des Gerätes aufgehoben und das Gerät könnte beschädigt sowie der Bediener einem Verletzungsrisiko ausgesetzt werden.

Geräteklassifizierung

Nachfolgende Informationen können zur Bestimmung des Leistungsbedarfs des Geräts verwendet werden.

Netzspannung
440VA, 47-63 Hz

WICHTIGER HINWEIS: Ziehen Sie das Stromkabel immer von der Stromversorgungseinheit ab, wenn Sie Service- oder Wartungsarbeiten durchführen, um eine Gefährdung durch elektrischen Strom zu vermeiden.

Umweltbedingungen — Das Gerät und die Probenahmepumpe müssen an einem wettergeschützten Standort aufgestellt werden, der im Winter beheizt und im Sommer klimatisiert wird.

Hinweis: Im Gehäuse können sich offen zugängliche gefährliche Leitungen (Drähte) befinden.

Installationskategorie — Kategorie 11

Fuses		
Ref. Bezeichnung	Akt. Leistung	Ort/Stelle
Hauptsicherung (2)	F, 4A, 250 VAC	Eingangsmodul
F201	F, 5A, 250 VAC	Energieverteiler-Platine
F202	F, 4A, 250 VAC	Energieverteiler-Platine
F203	F, 1A, 250 VAC	Energieverteiler-Platine
F204	F, 2A, 250 VAC	Energieverteiler-Platine
F201-F206	F, 2A, 125 VAC	Hauptsteuerplatine
F401-402	T, 6,3 250 VAC	FDMS-Platine

Elektr. /Sicherheitszertifizierung

UL Norm 61010-1:2004 2. Ausgabe
CAN/CSA C22.2 Nr. 1010-1:2004 2. Ausgabe

Thermo Fisher Scientific bestätigt, dass dieses Produkt hinsichtlich elektrischer Emissionen und Störsicherheit in Übereinstimmung mit der EG-Richtlinie 89/336/EWG arbeitet. Das Gerät entspricht insbesondere den Anforderungen der Norm EN 61326-1:1998 (Emission und Immunität). Darüber hinaus wurde die Hardware im Hinblick auf Gefährdungen für Personen oder Gefährdung durch Feuer gemäß EN61010-1:2001 (Sicherheit) in Erfüllung der EG-Richtlinie 73/23/EWG getestet.

Entsorgung des Geräts

Dieses Produkt muss der Europäischen WEEE Richtlinie 2002/96/EG über Elektro- und Elektronik-Altgeräte entsprechen. Das Produkt ist mit dem folgenden Symbol gekennzeichnet: Waste Electrical & Electronic Equipment (WEEE).

Thermo Fisher Scientific hat mit einem oder mehreren Recycling-/Entsorgungsfirmen in jedem EU Mitgliedsstaat eine vertragliche Regelung getroffen. Das Produkt sollte demzufolge durch eine dieser Firmen recycelt oder entsorgt werden. Weitere Informationen über die Einhaltung dieser Richtlinien durch Thermo Fisher Scientific, über Recycling-Firmen in Ihrem Land und über Thermo Fisher Scientific Produkte, die eine Erkennung von Substanzen erleichtern, die unter die RoHS Richtlinie fallen, erhalten Sie unter: www.thermo.com/WEEERoHS.

Service Information

Wenn Sie sich für den Kauf eines Thermo Scientific Produkts entschieden haben, können Sie sich auf Qualitätsprodukte und fachkundigen Service verlassen. Wir sind uns bewusst, dass Leistung und Funktionstüchtigkeit Ihres Geräts für Ihr Unternehmen von entscheidender Bedeutung ist und dass das Gerät zeitgerecht und zuverlässig Daten liefern muss. Wir haben es uns zur Aufgabe gemacht, Ihnen dabei zu helfen, Ihre Technologie-Investition maximal zu nutzen, indem wir Ihnen höchste Aufmerksamkeit, hervorragenden technischen Support und eine schnelle und zuverlässige Reaktion zusichern. Thermo Scientific bietet eine Reihe von Gewährleistungs- und Service-Verträgen an, die Ihre individuellen Bedürfnisse erfüllen und sorgen dafür, dass Ihre Geräte optimale Leistung bringen.

Revisionen

Ebenso wie die Thermo Scientific Geräte unterliegen auch unsere Bedienungsanleitungen Änderungen. Es ist jedoch möglich, dass die Änderungen nur eine bestimmte Komponente betreffen und sich nicht auf das Gerät insgesamt auswirken. Um die Kunden über diese individuellen Änderungen zu informieren, aktualisiert Thermo Scientific nur diejenigen Kapitel in den Bedienungsanleitungen, die von den Geräte-Updates oder Verbesserungen betroffen sind.

Damit Sie als Kunde die Änderungen am Messgerät TEOM 1405 und an seiner Bedienungsanleitung nachverfolgen können, finden Sie nachfolgend eine Liste der Kapitel mit den entsprechenden Revisionsnummern:

Kapitel Nr. und Beschreibung	*Revisionsnummer*
Kapitel 1: Einleitung	A.000
Kapitel 2: Installation und Einrichtung	A.000
Kapitel 3: Grundlagen von Betrieb & Bedienung	A.000
Kapitel 4: Screens und Einstellungen	A.000
Kapitel 5: Wartung und Kalibrierung	A.000
Anhang A: Behebung von Störungen	A.000
Anhang B: Serielle Kommunikation	A.000

Inhaltsverzeichnis

Einleitung 1
Handbuch im Überblick 4
Anwendungs-bereich 5
Funktionsweise 6
Betrieb des Massen-messwertgebers 8
Massenflussregler 11

Installation und Einrichtung 13
Was ist bei der Installation zu berücksichtigen 14
Standard-System-Hardware 15
Anschließen der Pumpe 16
Einstellen des Fluss-Splitters 18
Montage des Stativs 20
Installation Probenahmeeinlass 21
Stromversorgung des Geräts 27
Ausschalten des Geräts 29
Neustart des Geräts 29
Schutzgehäuse für Betrieb im Freien 30

Grundlagen von Betrieb & Bedienung 38
Starten des Geräts 39
Dichtigkeitsprüfung durchführen 41
Daten speichern 48
Daten herunterladen 50
ePort Software installieren 51
Verbindung zum TEOM 1405-F herstellen 56
Geräte im Netzwerk finden 60
Einstellungen für manuellen Download von Daten 62
Einstellungen für autom. Download von Daten 64
Daten-Download durchführen 66
Daten auf USB-Stick herunterladen 68
Heruntergeladene Daten anzeigen 70
I/O Anschlüsse 71
Pin-Belegung für Bediener I/O-Anschluss 72

Screens und Einstellungen 74
Screen „TEOM Daten“ 75
Betriebsart 79
Anzeige „System Status“ 81
Anzeige „Instrument Conditions“ 83
Anzeige „Ambient Conditions“ 85
Anzeige „Flows“ 86

Anzeige „Flow Rates“ 87
Anzeige „Flow Control“ 88
Anzeige 91
„Instrument Temperatures“ 91
Anzeige 92
„Analog Inputs“ 92
Anzeige 93
„FDMS Module“ 93
Einstellung FMDS-Kühlertemperatur 94
Anzeige „Settings“ 95
Anzeige „System“ 97
Anzeige „Analog & Digital Outputs“ 99
Anzeige „Analog Outputs“ 100
Anzeige „Contact Closure“ 101
Anzeige „RS 232“ 102
Anzeige „Settings Advanced“ 103
Anzeige „Service“ 105
Anzeige „Instrument Control“ 107
Anzeige „Service Advanced“ 108
Neue Firmware installieren 109

Wartung und Kalibrierung 116
Regelmäßige Wartung 116
Wartungsassistenten 117
FDMS Trockner ersetzen/überholen 118
TEOM Filter ersetzen 119
Filterbeladung 119
TEOM-Filter ersetzen 121
Filterwechsel für Fortgeschrittene 128
Aufbereitung der TEOM Filter 130
47 mm Filter tauschen 131
PM-10 Einlass reinigen 133
Inline-Filter tauschen 137
Lufteinlass reinigen 141
Kühler reinigen 143
Umschaltventil reinigen 149
Audit-/Kalibrierung 153
Systemprüfung 156
Umgebungs-temperatur kalibrieren 157
Umgebungsdruck kalibrieren 158
Durchflussraten überprüfen 159
Durchflussraten kalibrieren 165
Analogausgänge kalibrieren 171
Kalibrierkonstante überprüfen 177

Anhang A Störungsbehebung 186
Dezimal-/Hexadezimalzahlen konvertieren 188
Tabelle A-2 Hexadezimalzahlen und Statuscodes 189
Statuscodes entschlüsseln 190

Anmerkungen..... 192

Anhang B Serielle Kommunikation..... 193
AK Protokoll..... 193

Chapter 1
Einleitung

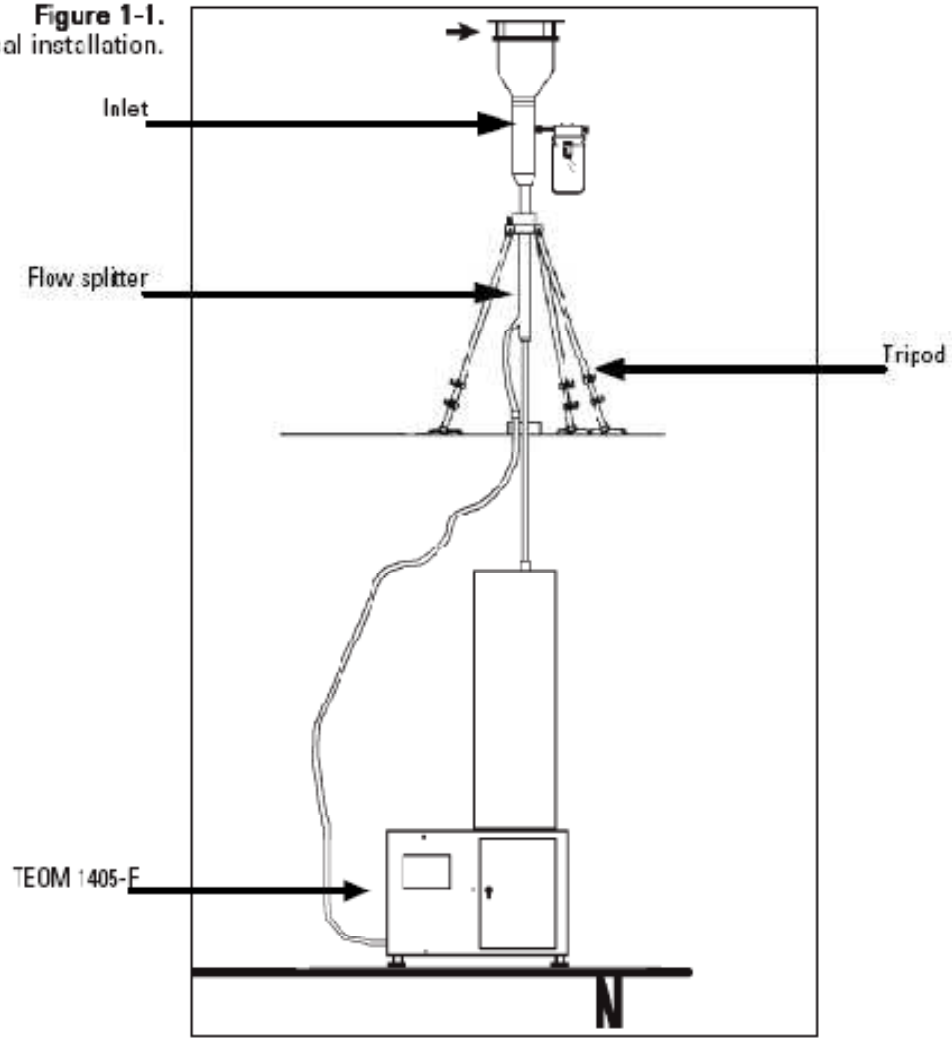
Das TEOM® 1405-F (Messgerät mit FDMS zur Überwachung von Partikeln in der Umgebungsluft) ist ein Messgerät zur Massenbestimmung, das basierend auf dem patentierten TEOM-Verfahren (Tapered Element Oscillating Microbalance) arbeitet und eine kontinuierliche Messung von Feinstaub-Massenkonzentrationen ermöglicht. Das TEOM 1405-F ist ein „gravimetrisches“ Messgerät, das Luft durch einen Probenahmefilter ansaugt und so Partikel bzw. Feinstaub bei konstanter Durchflussrate sammelt. Das Messgerät wiegt kontinuierlich das Gewicht des Filters und berechnet daraus die Massenkonzentrationen nahezu in Echtzeit.

Das Messgerät 1405-F dient zur Probenahme von Partikeln der PM-10 Fraktion über einen standardmäßigen PM-10 Einlass oder zur Probenahme von Partikeln der PM-2.5 Fraktion, indem zusätzlich zum Pm-10 Einlass noch ein Zyklon verwendet wird.

Das TEOM 1405-F verwendet die sogenannte FDMS-Technologie. Dank FDMS liefert das TEOM 1405-F eine repräsentative Bestimmung der Massenkonzentrationen für Partikel, wie sie in der Umgebungsluft vorkommen. Die FDMS-Einheit bestimmt automatisch die Massenkonzentration von Messungen, die sowohl nichtflüchtige als auch flüchtige Feinstaubkomponenten berücksichtigen.

Das TEOM 1405-F besteht aus zwei Hauptkomponenten (siehe Abb. 1-1): der Baugruppe „Probeneinlass“ und der TEOM 1405-F Einheit mit FDMS-System. Über einen Farbbildschirm (Touchscreen) gibt der Bediener die Systemparameter in die TEOM 1405-F Einheit ein. Der Touchscreen befindet sich auf der Gerätevorderseite. Der interne Speicher des Messgeräts kann große Mengen von Daten speichern, die später angezeigt oder über eine Netzwerkverbindung heruntergeladen werden können. Über einen USB-Anschluss ist ein einfacher Download auf einen tragbaren USB-Stick möglich. Der Lieferumfang beinhaltet zusätzlich PC-Software, mit der die Bediener Daten herunterladen und ein Update der Gerätefirmware durchführen können. Das Gerät benötigt für den Betrieb unter Feldbedingungen keinen eigenen, fest zugeordneten PC. Über Analogausgänge können die Messungen auf das Datenerfassungssystem des Bedieners übertragen werden. Ethernet und RS232-Ports ermöglichen eine Kommunikation über Netzwerk oder serielle Kommunikation.

Figure 1-1.
Schematic of typical installation.



Schematische Darstellung einer typischen Anordnung:

Figure 1-1	Abb. 1-1
Inlet	Einlass
Flow splitter	Fluss-Splitter
Tripod	Stativ

Die Sensoreinheit beherbergt die beiden Hardwaresysteme zur Massenmessung der sich kontinuierlich auf den austauschbaren TEOM Filtern ansammelnden Partikel. Durch Aufrechterhalten einer Durchflussrate von 3 L/Min. durch den Probenahmekanal sowie durch Messung der sich auf dem TEOM-Filter angesammelten Gesamtmasse an Partikeln kann das Gerät die Massenkonzentrationswerte nahezu in Echtzeit berechnen.

Zusätzlich ist das TEOM 1405-F mit einem FDMS-System ausgestattet, welches die folgenden Komponenten beinhaltet:

- Luft-Kühler/Filter, Trockner sowie Umschaltventil, das verwendet wird, um die Probenahmeströme durch das System zu leiten

Die FDMS™ Einheit (Filter Dynamics Measurement System) sorgt für eine repräsentative Bestimmung der Partikel/Feinstaub-Massenkonzentration wie sie in der Umgebungsluft vorkommen. Die FDMS Einheit führt automatisch Massenkonzentrationsmessungen aus ($\mu g/m^3$), die beides – nichtflüchtige und flüchtige Partikelkomponenten berücksichtigen.

Handbuch im Überblick

Dieses Handbuch beschreibt die Installation und Bedienung des Messgeräts TEOM 1405-F. Befolgen Sie die in Kapitel 2 und 3 beschriebenen Installationsanweisungen, bevor Sie versuchen, das Gerät zu betreiben.

Dieses Handbuch gliedert sich in fünf Kapitel. Kapitel 1 und 2 erläutern die Hardwarekomponenten des Systems. Die späteren Kapitel beschreiben die Software, die Installation und den Betrieb des Messgeräts. Die nachfolgende Liste gibt einen Überblick über die in den einzelnen Kapiteln abgehandelten Themengebiete.

Kapitel 1: Einleitung

Dieses Kapitel liefert einen Überblick über das TEOM 1405-F und beschreibt die Funktionsweise der Massen-Messwertgeber des Geräts.

Kapitel 2: Installation und Inbetriebnahme

Dieses Kapitel beschreibt die Installation und Inbetriebnahme der Systemhardware und des Probenahmesystems.

Kapitel 3: Grundlagen der Bedienung

In diesem Kapitel finden Sie Anweisungen zum Einschalten des Geräts und zum Auslösen einer Probenahme. Hier ist auch erklärt, wie Sie Daten herunterladen und eine Dichtigkeitsprüfung durchführen können.

Kapitel 4: Screens und Einstellungen

Hier finden Sie Informationen für das Setup der Firmware und über die Betriebsarten.

Kapitel 5: Wartung und Kalibrierung

Dieses Kapitel liefert einen Überblick über die routinemäßige Wartung und Kalibrierung des TEOM 1405-F.

Anhang A: Störungsbehebung

Dieser Anhang beinhaltet Informationen zum Entschlüsseln von Statuscodes und Schemas zur Behebung und Beseitigung von Störungen.

Anhang B: Serielle Kommunikation

In diesem Anhang finden Sie Informationen über die Programmregistercodes des Geräts und das integrierte AK Protokoll.

Anwendungs-bereich

Das Messgerät TEOM 1405-F ist ein Echtzeitgerät zur Messung von Massenkonzentrationen von Partikeln (Feinstaub).

Die TEOM-Geräte sind die einzigen filter-basierten Massenmessgeräte, die in Echtzeit die in der Umgebungsluft schwebenden Feinstaub-/Partikelmassen messen. Dies wird ermöglicht durch den Einsatz eines in den USA und international patentierten Massen-Messwertgebers der Firma Thermo Fisher Scientific.

Das Messgerät eignet sich ideal für Anwendung, bei denen eine Echtzeitüberwachung bzw. -messung von Feinstaub/Partikeln in der Umgebungsluft im Freien, in Gebäuden und industriellen Szenarien erforderlich ist. Das Gerät berechnet die Massenkonzentration, Massenrate und die gesamte, sich auf dem TEOM-Filter angesammelte Masse unter den folgenden Bedingungen:

Durchflussrate durch Probeneinlass	16,7 L/Min. (1 m^3/Std.)
Probenahme-Durchflussrate	3 L/Min.
Temperatur Probenahmestrom	30°C
Partikel-/Feinstaubmassenkonzentration	weniger als 5 µg/m^3 bis mehrere g/m^3

Funktionsweise

Das Messgerät TEOM 1405-F ist ein echtes „gravimetrisches“ Gerät, das bei konstanter Durchflussrate Umgebungsluft durch einen Filter ansaugt, kontinuierlich das Gewicht des Filters bestimmt und die Massenkonzentration der gesammelten Partikel nahezu in Echtzeit berechnet. Zusätzlich berechnet das Gerät die 1-Std, 8-Std., 12-Std. und 24-Std.-Mittelwerte der Massenkonzentration.

Durch die Verwendung der FDMS Technologie kann das TEOM 1405-F eine repräsentative Bestimmung der Partikel/Feinstaub-Massenkonzentration, wie sie in der Umgebungsluft vorkommen, durchführen. Die FDMS Einheit führt automatisch Massenkonzentrationsmessungen aus ($\mu g/m^3$), die beides – nichtflüchtige und flüchtige Partikelkomponenten berücksichtigen. Hierzu entnimmt die FDMS-Einheit kontinuierlich Proben aus der Umgebungsluft und kompensiert automatisch den Anteil halbflüchtiger Partikel der gesammelten Probe mithilfe eines Umschaltventils, über das man Pfad der feinen und groben Probenahmeströme wechseln kann.

Alle sechs Minuten wechselt das Umschaltventil den Probenahmedurchfluss zwischen Basis- und Referenz-Probenahmezeitraum. Während des Grundzeitraums erfolgt die Probenahme normal und die Basismassenkonzentration wird bestimmt. Während des Referenzzeitraums, wird der Luftstrom durch einen gekühlten Filter geleitet, um so den nichtflüchtigen und den flüchtigen Anteil an Partikeln zu entfernen und zurückzubehalten. Im Normalbetrieb wird die Temperatur des Kühlers auf 4°C gehalten. Bei Umgebungsbedingungen mit hoher Temperatur und Feuchtigkeit, wird jedoch ein Betrieb des Kühlers bei 10°C empfohlen, um so die Kondenswasserbildung im Kühler während des Betriebs zu vermeiden.

Basierend auf den Massenkonzentrationsmessungen während der Basis- und Referenzzeiträume, aktualisiert das FDMS-System alle sechs Minuten den 1-Std.-Mittelwert der folgenden Ergebnisse:

- Basis-Massenkonzentration (Base MC) = Feinstaub/Partikel-Konzentration des partikelgeladenen Probenahmestroms
- Referenz-Massenkonzentration (Ref MC) = Feinstaub/Partikel-Konzentration des partikelfreien Probenahmestroms nach Durchlauf durch den gekühlten Filter
- Massenkonzentration (MC) = Basis-Massenkonzentration (Base MC) bereinigt um die Referenz-Massenkonzentration (Ref MC) – Basis-Massenkonzentration (normalerweise positiv) minus Referenz-Massenkonzentration (negativ, wenn sich Masse vom Filter verflüchtigt).

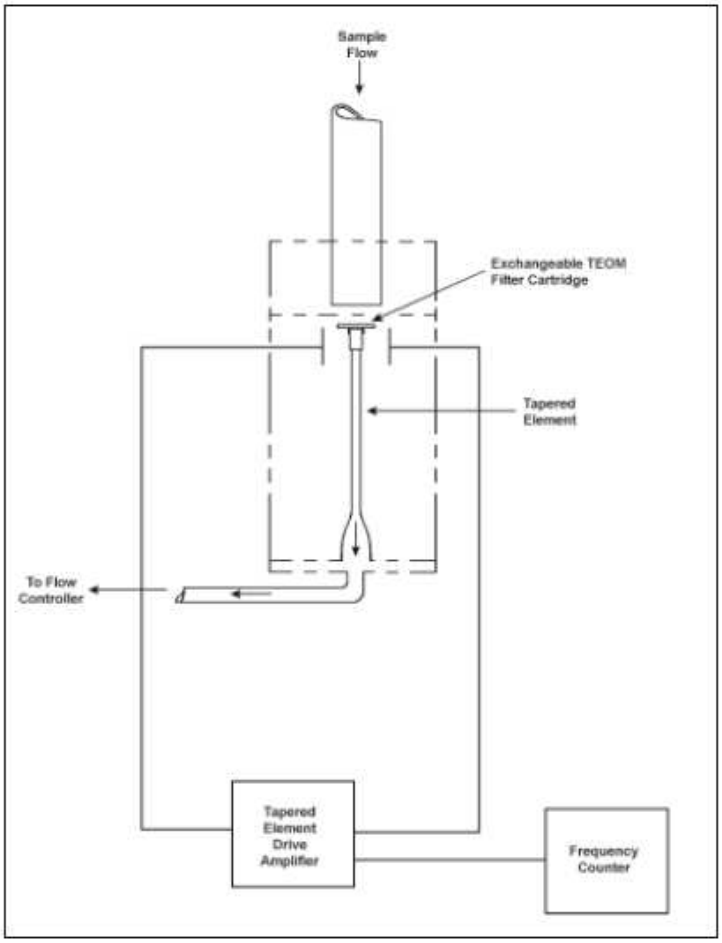
Das Gerät saugt beispielsweise sechs Minuten lang einen Basis-Durchfluss ein und misst eine Massenkonzentration von 5 µg/m3 (Base MC =5). Dann saugt das Gerät sechs Minuten lang einen

Referenz-Durchfluss ein und misst eine Massenkonzentration von -1 µg/m3 (Ref MC = -1). Die Massenkonzentration beträgt daher 6 µg/m3.

Betrieb des Massen-messwertgebers

Das Wägeprinzip, das bei den TEOM Massenmesswertgebern (siehe Abb. 1-2) dieses Systems zum Einsatz kommt, ist mit dem bei Labor-Mikrowaagen verwendeten Prinzip insoweit vergleichbar, dass die vom Sensor erfasste Masseänderung aus der Messung einer Parameteränderung (in diesem Fall der Frequenz) resultiert, die über ein physikalisches Gesetz (oder über Grundprinzipien) mit der Masseänderung verknüpft ist.

Figure 1-2.
Schematic of mass transducer.



Schematische Darstellung des Massenmesswertgebers:

Figure 1-1	Abb. 1-2
Sample flow	Probenahmefluss
Exchangeable TEOM Filter cartridge	Austauschbare TEOM Filterpatrone
To flow controller	Zum Durchflussregler
Tapered element	Konisch zulaufendes Element
Tapered element drive amplifier	Antriebsverstärker
Frequency counter	Frequenzzähler

Das konisch zulaufende, sich verjüngende Element im Herzen des Massendetektors besteht aus einem Hohlrohr, das an einem Ende eingespannt ist und am anderen Ende frei schwingt. Der Probenahmestrom wird zunächst durch den Filter gesaugt und geht dann herunter durch das konisch zulaufende Element.

Das konisch zulaufende Element schwingt genau in seiner Eigenfrequenz ähnlich wie die Zinke einer Stimmgabel. Ein elektronischer Steuerkreis nimmt diese Schwingung wahr und führt – durch positives Feedback - dem System genügend Energie zu, um Verluste auszugleichen. Ein automatischer Verstärkungsregelkreis hält die Schwingung auf einer konstanten Amplitude. Ein elektronischer Präzisionszähler misst die Schwingungsfrequenz in einer 10 Sekunden andauernden Probenahme.

Das konisch zulaufende Element ist im Wesentlichen ein hohler Auslegerbalken mit der dazugehörigen Federkonstante und Masse. Wird zusätzliche Masse hinzugefügt, nimmt – wie bei jedem Feder-Masse-System - die Frequenz der Schwingung ab. Dies kann man erkennen, wenn man die Frequenz am Display des TEOM 1405-F beobachtet (siehe auch Kapitel 4) und das Messgerät mit und ohne Filter betreibt.

In einem Feder-Masse-System folgt die Frequenz folgender Gleichung:

$$F = (K / M)^{0,5}$$

Wobei gilt:

F = Frequenz

K = Federkonstante

M = Masse

K und M sind konsistente Einheiten. Das Verhältnis zwischen Masse und Frequenzänderung kann wie folgt ausgedrückt werden:

$$dm = K_0 \left(\frac{1}{f_1^2} - \frac{1}{f_0^2} \right)$$

Wobei gilt:

dm = Masseänderung

K_0 = Federkonstante (inkl. Masseumrechnung)

f_0 = Ausgangsfrequenz (Hz)

f_1 = Endfrequenz (Hz)

Stellt man diese Gleichung um, kann man nach der Federkonstante K_0 auflösen:

$$K0 = \frac{dm}{\frac{1}{f_1^2} - \frac{1}{f_0^2}}$$

Demzufolge kann K0 (Kalibrierkonstante des Geräts) leicht ermittelt werden, indem man die Frequenzen mit und ohne bekannte Masse misst (vorgewogene TEOM Filterpatrone).

Massenflussregler

Die Massenflussregler (Englisch: mass flow controllers = MFCs) im TEOM 1405-F sind intern auf eine Standardtemperatur und einen Standarddruck von 25°C und 1 Atmosphäre (1013,2 mbar oder 760 mm Hg) kalibriert. Um einen konstanten Volumenstrom am Probeneinlass zu gewährleisten, kann das System mit „aktivem“ oder „passivem“ Durchfluss betrieben werden. Bei der passiven Flussregelung muss der Bediener den saisonalen Temperaturmittelwert (Ave. Temp.) und einen Mittelwert für den Luftdruck (Ave. Pres.) am Messort eingeben, damit das Messgerät die Probenahme beim richtigen Volumenfluss durchführen kann (siehe Kapitel 4). Basierend auf dieser Information berechnet der Mikroprozessor den korrekten Massenfluss-Sollwert ($Flow\_Rate_{STP}$) unter Verwendung der folgenden Formel:

$$FLowSP_{Passive} = FlowSP_{Vol} \times \frac{P_{AVG}}{P_{STD}} \times \frac{Temp_{STD} + 273{,}15}{Temp_{AVG} + 273{,}15}$$

Wobei gilt:

$FLowSP_{Passive}$ =	Regelungssollpunkt des Massenfluss-reglers (äquivalenter Fluss bei 25°C und 1 Atmosphäre)
$FlowSP_{Vol}$ =	Sollpunkt Volumendurchfluss (L/Min.)
$Temp_{AVG}$ =	vom Bediener eingegebener Temperaturmittelwert (°C)
$Temp_{STD}$ =	Standardtemperatur (25°C)
P_{AVG} =	Vom Bediener eingegebener, saisonaler Mittelwert für Luftdruck (in Atmosphären, wobei 1 Atmosphäre = 1013,2 mbar oder 760 mm Hg)
P_{STD} =	Standard-Luftdruck (1 Atm)

Alternativ kann auch die aktive Durchflussregelung eingestellt werden. Hier werden Umgebungstemperatur und –druck mit der gelieferten Hardware gemessen.

Hinweis: Wenn sie für die aktive Volumenstromregelung die aktuellen Bedingungen verwenden, dann ersetzen Sie bitte in der obigen Gleichung die aktuellen (lokalen), vom Gerät gemessenen Werte für Temperatur und Druck durch die gemittelten Variablen für Temperatur und Druck.

An die US EPA Behörde gemeldete Daten für die PM-10 Massenkonzentration müssen auf Norm m^3 Luft bei Normwerten für Temperatur und Druck von 25°C und 1 Atmosphäre (atm) referenziert werden. Beim Messgerät, das die Massenkonzentrationen gemäß EPA Norm melden soll, muss der Bediener gewährleisten, dass die ins Gerät eingegebenen Normtemperatur (Std. Temp.) und der Normdruck (Std. Pres.) 25°C sowie 1 Atmosphäre betragen (siehe Kapitel 4). Dies sind die standardmäßig eingestellten Werte.

$$\text{Flow-Rate}_{EPA} = \text{Flow\_Rate}_{STP} \times \frac{\text{Std. Temp.} + 273{,}15}{273{,}15} \times \frac{1\ \text{atm}}{\text{Std.Pres.}}$$

Die intern im Gerät auf 0°C referenzierten Durchflussraten werden in EPA Normbedingungen konvertiert.

Hinweis: Bei der Meldung von Konzentrationen unter aktuellen Bedingungen muss das Messgerät auf „aktive“ Durchflussregelung eingestellt sein (siehe auch Kapitel 4). Dadurch wird sichergestellt, dass das Messgerät die aktuellen Ist-Werte für Temperatur und Druck in der obigen Gleichung verwendet.

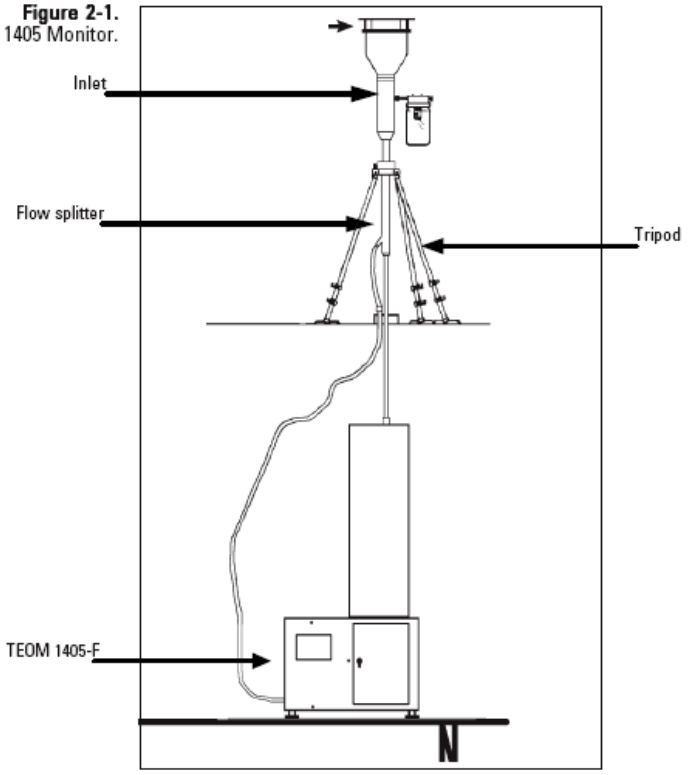
Chapter 2

Installation und Einrichtung

Dieses Kapitel beschreibt die Installation und Einrichtung des TEOM 1405-F einschließlich Pumpe, Fluss-Splitter, Stativ, Probenahmerohr und Probeneinlass. Nach der Installation des Systems muss eine Dichtigkeitsprüfung für das Messgerät durchgeführt werden (siehe auch Kapitel 3) und vor dem Start der Probenahme ein TEOM-Filter (siehe Kapitel 5) im Massenmesswertgeber installiert werden.

Wenn das Gerät an einem Standort im Freien aufgestellt werden soll, kontaktieren Sie bitte Thermo Fisher Scientific hinsichtlich spezifischer Standortempfehlungen.

Figure 2-1.
TEOM 1405 Monitor.



TEOM 1405-F:

Inlet	Einlass
Flow splitter	Fluss-Splitter
Tripod	Stativ
TEOM 1405-F	TEOM 1405-F

Was ist bei der Installation zu berücksichtigen

Das TEOM 1405-F kann an einem beliebigen, geeigneten Standort innerhalb eines Gebäudes aufgestellt werden, bei dem die Temperatur zwischen 8°C und 25°C beträgt. Der Bediener muss das Probenahmerohr durch das Dach nach außen führen (siehe auch Anweisungen zur Installation des Probeneinlasses weiter hinten in diesem Kapitel). Die Öffnung des Probeneinlasses muss sich 1,8 bis 2,1 m über dem Dach befinden (gemäß US EPA Anforderungen). Die Anforderungen bzgl. aktueller Probeneinlasshöhe entnehmen Sie bitten den örtlichen Bestimmungen.

Obwohl das TEOM 1405-F in sich sehr robust ist, handelt es sich um ein Präzisionsmessgerät. Die besten Betriebsbedingungen und eine optimale Lebensdauer sind dann gewährleistet, wenn das Gerät keinen extremen Witterungsbedingungen ausgesetzt wird. Insbesondere der Filterwechsel sollte von einem Techniker innerhalb eines Gebäudes durchgeführt werden, um eine Kontaminierung des Filters durch Regen oder Schnee zu vermeiden.

Vergessen Sie nicht, den Sensor für Umgebungstemperatur/-feuchtigkeit zu installieren. Wird dieser Sensor nicht installiert, müssen Sie das Messgerät auf „passive“ Durchflussregelung einstellen (siehe Kapitel 4). Andernfalls versucht der Massenflussregler, den Probendurchfluss so zu regeln, also ob die Umgebungstemperatur Null wäre.

Die Probenahmeleitung für den Hauptkanal sollte gerade, in einer senkrechten Linie vom PM-10 Probeneinlass zum Einlass des Geräts verlaufen.

Die besten Messergebnisse erhalten Sie, wenn sich der TEOM Sensor in einer Umgebung mit relativ geringen Temperaturschwankungen befindet. Vermeiden Sie für die Probenahme Standorte mit direkter Sonneneinstrahlung oder solche, die sich in der Nähe einer Heizung oder dem Auslass einer Klimaanlage befinden. Um die Bildung von Kondenswasser in den Probenahmerohren zu vermeiden, empfiehlt Thermo Fisher Scientific dem Bediener, die Verlängerungen der Probenahmerohre mit Rohrisolationsmaterial zu isolieren, wenn das Gerät in Gebieten mit hoher Luftfeuchtigkeit betrieben werden soll.

Standard-System-Hardware

Der Lieferumfang für das Messgerät TEOM 1405-F umfasst die folgenden Komponenten:

TEOM 1405-F Grundgerät
Temperatur-/Feuchtigkeitssensor und Kabel, 10m
3/8“ grüner Schlauch für Bypass, 10m
3/“ grüner Schlauch zur Pumpe, 5m
2 Verlängerungen für das Probenahmerohr, 1m
Behälter mit 20 TEOM Filterpatronen (Pallflex TX40)
Werkzeug für den Filterwechsel
1 Packung FDMS Filterkassetten
Behälter mit 25 Stk. 47mm Filtern für FDMS
1 kleines Filterelement
1 großes Bypass-Filterelement
Fluss-Splitter
PM-10 Einlass
Filterbaugruppe für Wasserabscheider
Durchflussprüfadapter / Set für Dichtigkeitsprüfung
Kühler-Reinigungsset
Vakuumpumpe
2 Bedienungsanleitungen (1x Ausdruck, 1x auf CD)
Quick-Start-Leitfaden
Vorfilter / Silikonschlauch

Anschließen der Pumpe

Zum Anschließen der Pumpe gehen Sie bitte wie folgt vor:

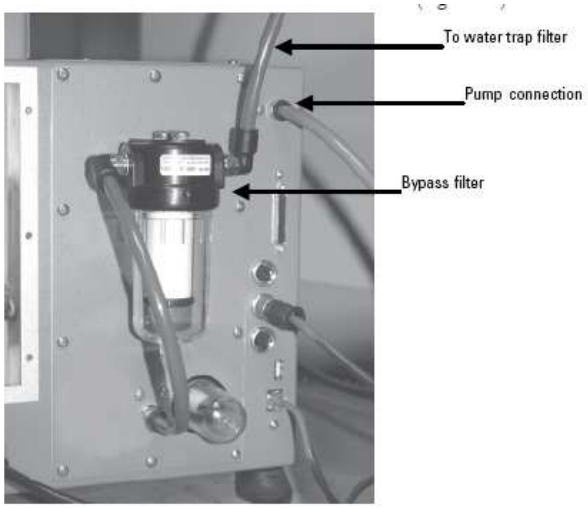
1. Schneiden Sie den 15m langen, grünen Schlauch in zwei Stücke. Ein Stück sollte dabei ungefähr 5m lang sein (nicht weniger). Die Längen sind evtl. bereits vorgeschnitten. Ein typischer Aufbau besteht aus 5m Schlauch für die Pumpe und 10m Schlauch für den Bypass.
2. Stellen Sie die Probenahmepumpe so auf, dass Vibrationen für das Messgerät auf ein Minimum reduziert sind. Schieben Sie dann das eine Ende des 5m langen Pumpenschlauchs in das Fitting der Vakuumpumpe (siehe Abb. 2-2).

Figure 2-2.
Vacuum pump.

Vakuumpumpe

3. Schließen Sie das andere Ende des Pumpenschlauchs am Pumpenanschluss auf der Rückseite des TEOM 1405-F Geräts an (siehe Abb. 2-3).

Figure 2-3.
Back of TEOM 1405 unit

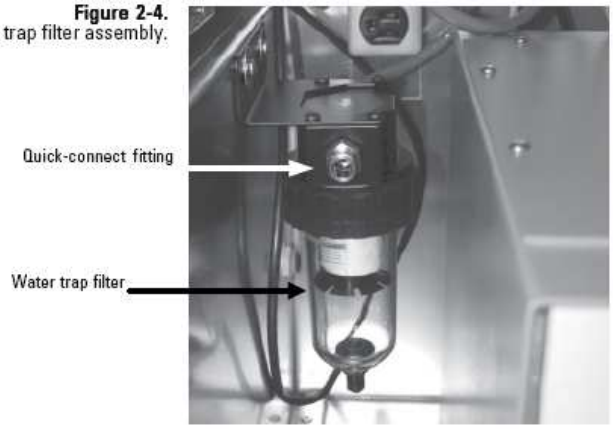


TEOM 1405-F / Geräterückseite

To water trap filter	Zum Wasserabscheiderfilter
Pump connection	Pumpenanschluss
Bypass filter	Bypass-Filter

4. Montieren Sie die Wasserabscheider-Filterbaugruppe in der Nähe des 1405-Geräts (siehe Abb. 2-4). Der Wasserabscheider sollte am untersten Punkt des Schlauchs installiert werden.

Figure 2-4.
Water trap filter assembly.



Wasserabscheider-Filterbaugruppe

Quick-connect fitting	Schnellkupplungs-Fitting
Water trap filter	Filter Wasserabscheider

5. Schneiden Sie nun vom 10m langen Schlauch für den Bypass ein Stück ab, das lang genug ist, um die Strecke vom Filter des Wasserabscheiders zum Bypass-Filter auf der Rückseite des Geräts zu überbrücken (siehe Abb. 2-3 und 2-4). Schließen Sie dann den Schlauch an den Schnellanschluss-Fittings des Wasserabscheidefilters und des Bypass-Filters an.
6. Führen Sie ein Ende des verbleibenden Bypass-Schlauchs in das Schnellanschluss-Fitting am Ende des aufgewickelten Schlauchstücks ein, das am Filter des Wasserabscheiders angeschlossen ist.

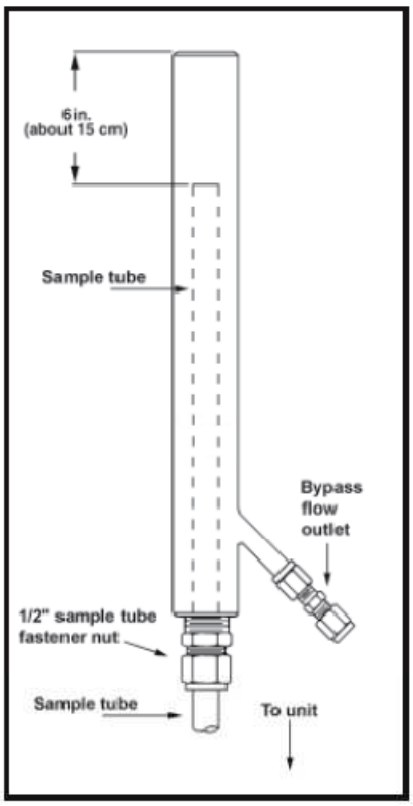
Hinweis: Das andere Ende des Bypass-Schlauchs wird am Bypass-Anschluss des Fluss-Splitters angeschlossen, wenn Sie den Probeneinlass installieren (siehe nachfolgender Abschnitt).

Hinweis: Thermo Scientific empfiehlt dringend, die mit dem Messgerät mitgelieferte Vakuumpumpe zu verwenden. Sollten Sie sich für eine andere Pumpe entscheiden, so muss es sich um eine ölfreie Pumpe handeln, die ein Vakuum der Stärke 21“ Hg bei einem Durchfluss von 16,67 L/Min. aufrechterhalten kann.

Einstellen des Fluss-Splitters

Ein isokinetischer Fluss-Splitter (siehe Abb. 2-5 und 2-6) in Kombination mit einem automatischen Durchflussregler wird dazu verwendet, den Haupt-/Bypass-Durchfluss in zwei Bestandteile aufzuteilen, nachdem die Luft den partikelgrößen-sensitiven Einlass durchströmt. Die zwei Bestandteile sind der Hauptdurchfluss (3 L/Min.), der zum TEOM Massen-Messwertgeber strömt, und der Bypass-Durchfluss (12 L/Min.).

Figure 2-5.
Flow splitter.



Fluss-Splitter

6 in. (about 15 cm)	6 Zoll (ca. 15 cm)
Sample tube	Probenahmerohr
½” sample tube fastener nut	½” Befestigungsmutter für Probenahmerohr
Sample tub	Probenahmerohr
Byplasws flow outlet	Bypass-Auslass
To unit	Zum Messgerät

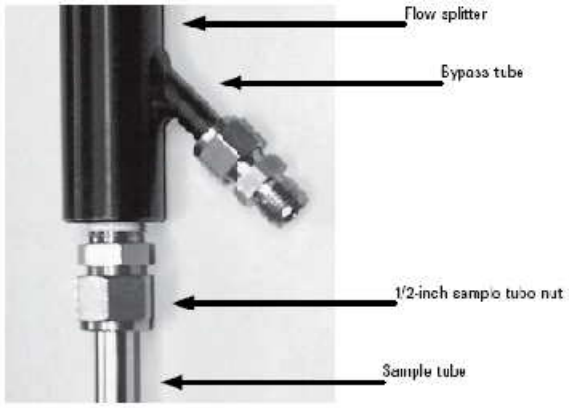
Obgleich der Fluss-Splitter und das Probenahmerohr bereits vormontiert sind, empfiehlt es sich, die Position der Baugruppe nochmals zu überprüfen. Sollte es notwendig sein, diese nochmals zu montieren/zusammenzubauen, so sind die nachfolgenden Anweisungen zu befolgen.

Das kurze Probenahmerohr sollte im Flow-Splitter verwendet werden.

Installieren des Flow-Splitters:

1. Ordnen Sie den Flow-Splitter entsprechend an (siehe Abb. 2-5 und 2-6).
2. Lösen sie die ½“ Befestigungsmutter des Probenahmerohrs und schieben Sie das Probenahmerohr in den Fluss-Splitter, so dass sich das obere Ende des installierten Probenahmerohrs (oder Durchflussadapters) 15,5 cm vom oberen Ende des Fluss-Splitters befindet (d.h. zwischen 14,6 cm und 15,87 cm) (siehe auch Abb. 2-7).
3. Ziehen Sie die ½“ Befestigungsmutter wieder fest. Dabei bitte sicherstellen, dass der Abstand (14,6 cm bis 15,87cm) beibehalten wird (siehe Abb. 2-7).

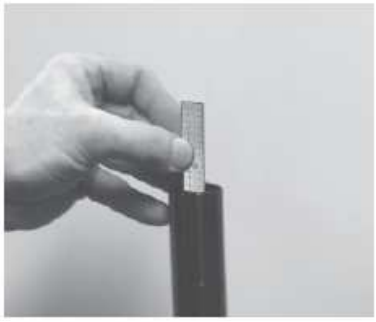
Figure 2-6.
Bottom of the flow splitter



Unteres Ende / Fluss-Splitter

Flow splitter	Fluss-Splitter
Bypass tube	Bypass-Rohr
½” sample tube nut	½” Befestigungsmutter Probenahmerohr
Sample tube	Probenahmerohr

Figure 2-7.
Measuring the distance from the top of the sample tube to the top of the flow splitter.



Messen des Abstandes vom oberen Ende des Probenahmerohrs zum oberen Ende des Fluss-Splitters

Montage des Stativs

Für die Installation auf dem Dach eines Probenahme-Gebäudes ist optional ein Stativ erhältlich.

Stellen Sie das Stativ wie folgt auf:

1. Platzieren Sie eine Fußplatte des Stativs und entfernen Sie den Beinhalter aus Gummi (falls vorhanden).
2. Führen Sie ein Bein des Stativs in den Fuß ein.
3. Führen Sie dann –wie in Abb. 2-8 gezeigt – einen Metallbügel in die zwei Löcher auf dem Stativfuß ein. Vergewissern Sie sich, dass der Bügel über der Gummiplatte am Ende des Stativbeins sitzt.

Figure 2-8.
Placing the metal bracket on the tripod foot.

Metallbügel am Stativfuß einsetzen

4. Legen Sie eine Unterlegscheibe und dann eine Sicherungsscheibe auf jedes, mit einem Gewinde versehenen Endes des Metallbügels und stecken Sie dann die Mutter auf das Gewindeende und ziehen Sie diese mit einem 3/8“ (oder einstellbarem) Schlüssel fest.

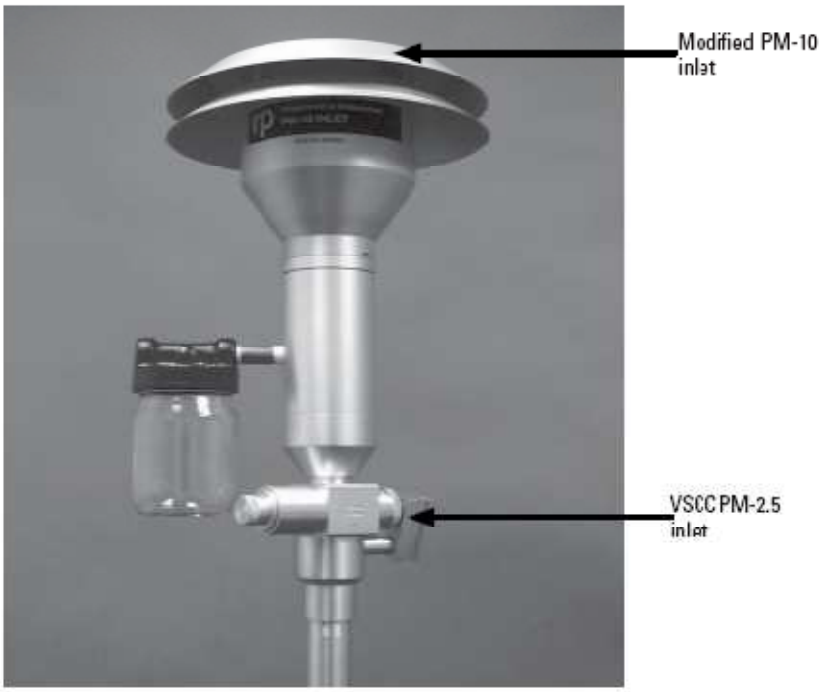
Hinweis: Vor dem Festziehen mit dem Schlüssel beide Muttern erst mit der Hand anziehen, damit der Bügel auch richtig auf dem Bein und Fuß des Stativs positioniert ist.

5. Die Schritte 1 bis 4 für alle Stativbeine wiederholen.

Installation Probenahmeeinlass

DAS TEOM 1405-F kann mit einer Vielzahl von Einlass-Konfigurationen ausgestattet werden. Zur PM-10 Probenahme, wird nur ein herkömmlicher oder modifizierter PM-10 Einlass verwendet. Für die Probenahme von Partikeln der PM-2.5 und PM-1 Fraktion wird zusätzlich ein Zykkon unterhalb des PM-10 Einlasses eingebaut. Für die Probenahme vom PM-2.5 Partikeln sind zwei Zyklontypen verfügbar: Typ VSCC und Typ SCC (Abb. 2-9). Ersterer wird für die Probenahme gemäß U.S. EPA benötigt. Für die Probenahme vom PM-1 Partikel gibt es nur einen Zyklontyp.

Figure 2-9.
Modified PM-10 Inlet installed.



Installlierter, modifizierter PM-10 Einlass

Modified PM-10 inlet	Modifizierter PM-10 Einlass
VSCC PM-2.5 inlet	VSCC PM-2.5 Einlass

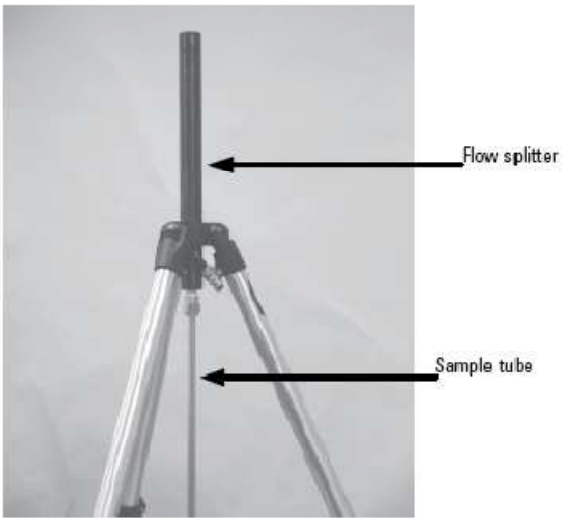
Um den Probeneinlass zu installieren, gehen Sie bitte wie folgt vor:

1. Stellen Sie das Messgerät 1405-F auf eine Bank oder andere Unterlage, direkt unter den Probeneinlass auf dem Dach der Probenahme-Anordnung (siehe Abb. 2-1). Wenn fertig montiert, sollte sich die Öffnung zum Probeneinlass 1,8 bis 2,1m über dem Dach befinden.

Hinweis: Dieses Maß kann basierend auf der von den lokalen Aufsichtsbehörden geforderten Einlasshöhe entsprechend variieren. Die Höhe des Einlasses ist für die Probenahme von Partikeln der Fraktion PM-10, PM-2.5 oder PM-1 identisch.

2. Installieren Sie den zusammengebauten Flow-Splitter auf dem Stativ und ziehen Sie den Knopf leicht fest, damit der Flow-Splitter richtig sitzt (Abb. 2-10).

Figure 2-10.
Bottom of the flow splitter.



Unteres Ende / Fluss-Splitter

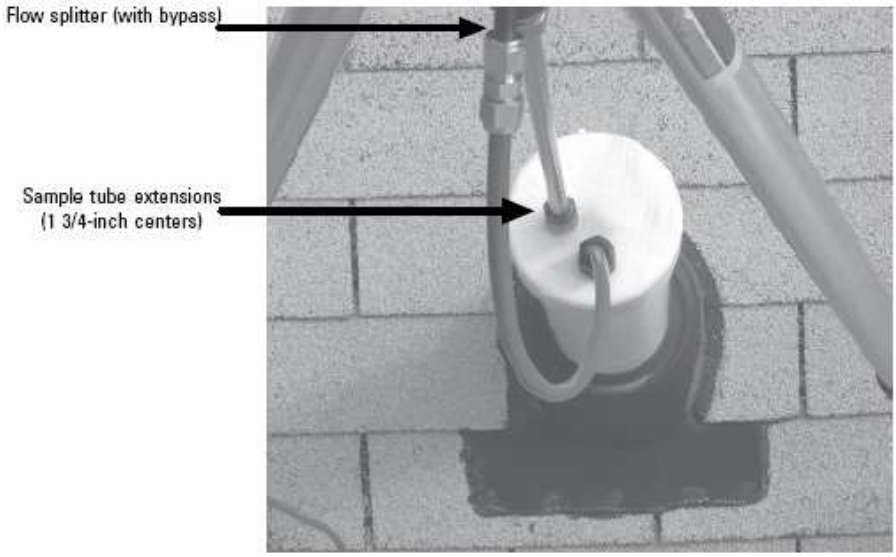
Flow splitter	Fluss-Splitter
Sample tube	Probenahmerohr

3. Messen und markieren Sie einen Punkt auf dem Dach, direkt über der ½“ Probenameleitung oben auf dem Gerät.

Hinweis: In diesem Beispiel wurde für ein 4“ PVC-Rohr inkl. Dichtung ein Loch in das Dach geschnitten. Der Deckel des PVC Rohrs wurde dann für die Probenahmeleitung durchbohrt.

4. Bohren Sie für die ½“ Probenahmeleitung und für die 3/8“ Bypass-Leitung ein Loch in das Dach. (Die Bypass-Leitung kann auch durch ein Fenster oder eine andere Öffnung geführt werden).
5. Stellen Sie das Stativ auf dem Dach über dem TEOM 1405-F Messgerät auf und stellen die Beine des Stativs so ein, dass sich der Teller des Stativs oben direkt über der Dachöffnung befindet.

Figure 2-11.
Installing the sample tubes and bypass line through the roof.



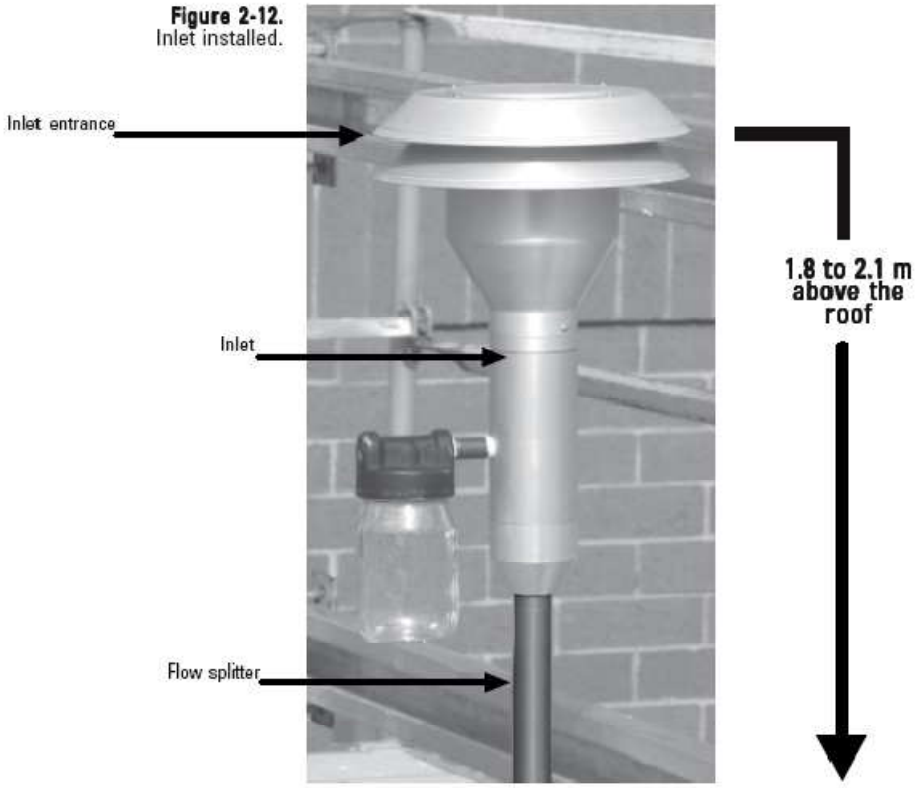
Installation von Probenahmeleitungen und Bypass-Leitung durch das Dach

Flow splitter (with bypass)	Fluss-Splitter (mit Bypass)
Sample tube extensions (1 ¾-inch centers)	Probenahmerohr (4,45cm mittig)

6. Montieren Sie den Fluss-Splitter im Stativ und installieren Sie die Einlass-Baugruppe oben auf dem Fluss-Splitter. Stellen Sie nun das Stativ so ein, dass sich die Öffnung zum Probeneinlass ca. 1,8 bis 2,1 m über dem Dach befindet (siehe Abb. 2-12).

Hinweis: Dieses Maß kann basierend auf der von den lokalen Aufsichtsbehörden geforderten Einlasshöhe entsprechend variieren. Bitte vor der Installation die Anforderungen an die Höhe überprüfen. Die untenstehende Abbildung zeigt nur den PM-10 Einlass. Die Höhe für PM-10, PM-2.5 und PM-1 Einlass sind jedoch identisch.

Figure 2-12.
Inlet installed.



Installierter Einlass

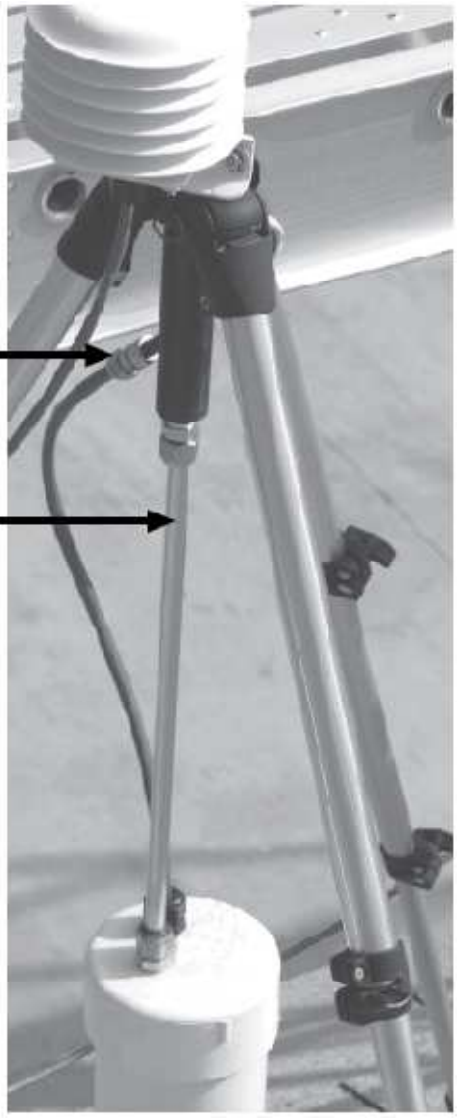
Inlet entrance	Einlassöffnung
Inlet	Einlass
Sample tube	Probenahmerohr
1.8 to 2.1 m above the roof	1,8 bis 2,1 m über dem Dach

7. Das Stativ mittig über den Löchern im Dach ausrichten. Messen und schneiden Sie dann die Verlängerungen des Probenahmerohrs oben vom Gerät ab. Führen Sie diese durch das Dach und schließen Sie diese an der Probenahmeleitung des Fluss-Splitters an. Achten Sie dabei darauf, dass die Schnittflächen an den Enden der Verlängerungen gereinigt und entgratet sind.

8. Schließen Sie den grünen Bypass-Schlauch (das andere Ende ist am aufgewickelten Schlauch des Wasserabscheidefilters befestigt) am Bypass-Fitting auf dem Fluss-Splitter an. Verwenden Sie hierzu die 3/8“ Swagelok-Verschraubung (Abb. 2-13).

Hinweis: Achten Sie darauf, dass der aufgewickelte Schlauch, der an den Wasserabscheiderfilter angeschlossen ist, senkrecht installiert ist, damit das Kondenswasser in den Wasserabscheiderfilter tropfen kann.

Figure 2-13.
Bypass tubing and sample tubes installed

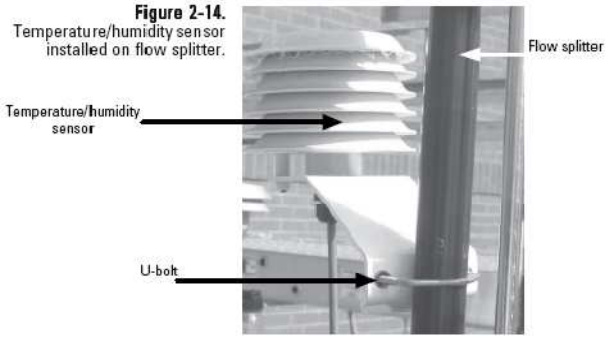


Bypass-Schlauch und Probenahmerohre nach Installation

Bypass connection	Bypass-Anschluss
Flow splitter extension tube	Verlängerung Fluss-Splitter

9. Bringen Sie den Umgebungstemperatur- und Feuchtigkeitssensor in die richtige Position. Befestigen Sie den Sensor mit dem Fluss-Splitter mit Hilfe des Schraubbügels (U-Bügel), der Bestandteil des Lieferumfangs ist (siehe Abb. 2-14).
10. Schließen Sie das Sensorkabel am Sensor an und führen Sie das Kabel durch eine Öffnung im Dach oder durch ein Fenster zum Gerät. Bringen Sie den Sensor am Sensoranschluss auf der Rückseite des TEOM 1405-F Geräts an (Abb. 2-15).
11. Befestigen Sie die Stativfüße auf dem Dach. Die Länge und Art der Befestigungselemente hängt von der Oberfläche des Daches ab. Die Stativfüße können auch auf einer Palette oder auf ¾“ Bootsbausperrholz befestigt werden. Die Palette oder das Bootsbausperrholz müssen jedoch mit Betonblöcken oder Sandsäcken gesichert werden.

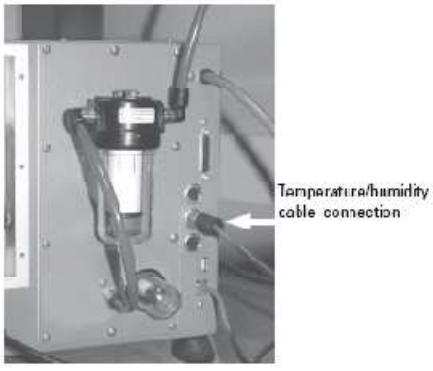
Figure 2-14. Temperature/humidity sensor installed on flow splitter.



Temperatur-/Feuchtigkeitssensor installiert auf Fluss-Splitter

Flow splitter	Fluss-Splitter
Temperature/humidity sensor	Temperatur-/Feuchtigkeitssensor
U-Bolt	Schraubbügel (U-Bügel)

Figure 2-15. Temperature/humidity sensor connection of the back of the Series 1405 unit.



Anschluss des Temperatur-/Feuchtigkeitssensors auf der Rückseite des TEOM 1405-F.

Temperature/humidity cable connection	Kabelverbindung zum Temperatur-/Feuchtigkeitssensor

Stromversorgung des Geräts

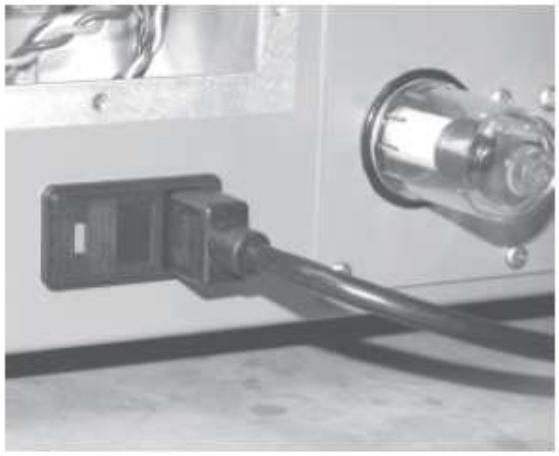
Das Messgerät TEOM 1405-F eignet sich für alle Eingangsspannungen zwischen 85 und 250 Volt AC. Das Gerät sollte an eine geeignete, den lokalen Bestimmungen entsprechenden, geerdete Steckdose angeschlossen werden. Sollten Sie Zweifel haben, ob die Stromversorgung für das Messgerät geeignet ist, kontaktieren Sie einen qualifizierten Elektriker.

Einschalten des Messgeräts:

1. Stecken Sie ein entsprechendes Spannungsversorgungskabel am Universal-Anschluss auf der Geräterückseite ein,

Hinweis: Die Erdungsanforderungen für das Gerät bitte niemals umgehen.

Figure 2-16. Power connection on back of unit.



Stromanschluss auf Geräterückseite

2. Stecken Sie das andere Ende des Spannungsversorgungskabels in eine leicht zugängliche, geerdete, den örtlichen Bestimmungen entsprechende Steckdose.

Hinweis: Sollten Sie Zweifel haben, ob die Stromversorgung für das Messgerät geeignet ist, kontaktieren Sie einen qualifizierten Elektriker.

3. Betätigen Sie nun den Netzschalter auf der Vorderseite des Messgeräts (Abb. 2-17). Das Gerät fährt hoch. Nach kurzer Zeit erscheint die Titelbildschirmanzeige im Display des Steuergeräts, gefolgt von der Hauptbildschirmanzeige (TEOM Daten). Weitere Infos über die Bildschirmanzeigen finden Sie in Kapitel 3 und 4 dieser Bedienungsanleitung.

Figure 2-17.
Power switch.

Netzschalter

Power switch	Netzschalter

Der „TEOM Daten“ Screen zeigt eine Warnmeldung (siehe Kapitel 4) an, da die Durchflussraten und Temperaturwerte außerhalb der Toleranzbereiche liegen. Die Warnmeldung bleiben nach dem Einschalten des Geräts während der Warmlaufphase bis zu 30 Minuten auf den Bildschirm. Das Warnsymbol erlischt, wenn alle Werte für Durchfluss und Temperatur wieder im Toleranzbereich liegen. Das Messgerät wartet, bis sich Durchflussraten und Temperaturwerte in einem engen Bereich stabilisiert haben, bevor mit dem Sammeln der Daten begonnen wird. Dadurch wird die Gültigkeit aller, vom System berechneten Daten gewährleistet.

Hinweis: Nach dem ersten Hochstarten des Geräts sind die in den Feldern „Massenkonzentration“ angezeigten Werte die gleitenden Mittelwerte, die gesammelt werden, bis 1 Stunde vergangen ist. Die Werte sind sichtbar, um dem Bediener nach dem Hochfahren oder Reset des Geräts anzuzeigen, dass das Messgerät funktioniert. Diese Rohdaten werden nur für interne Berechnungen herangezogen.

Ausschalten des Geräts

Zum Ausschalten des Geräts bitte den Netzschalter auf der Gerätevorderseite auf AUS (0) schalten.

Hinweis: Nach dem Herunterfahren mindestens 1 Minute warten, bevor Sie das Gerät wieder einschalten.

Ein Neustart kann auch ohne Herunterfahren des Geräts durchgeführt werden.

Neustart des Geräts

Für einen Neustart bitte wie folgt vorgehen:

1. In der Bildschirmanzeige „Service“ (Kapitel 4), die Schaltfläche „Instrument Control“ (Gerätesteuerung) anklicken, um in die entsprechende Bildschirmansicht zu gelangen (siehe Abb. 2-18).
2. Hier die Schaltfläche „Reboot“ (= Neustart) wählen.

Figure 2-18.
Instrument Control screen.

Bildschirmanzeige „Gerätesteuerung“

Schutzgehäuse für Betrieb im Freien

Thermo Fisher Scientific bietet ein Schutzgehäuse für das TEOM 1405-F für den Betrieb im Freien. Das Gehäuse ist vollklimatisiert und bietet Platz für die 1405-Einheit, Pumpe und Zubehör wie z-B. Datenlogger oder zusätzliche Überwachungs-/Messgeräte. Das Gehäuse ist in der Variante 120V und 240V erhältlich.

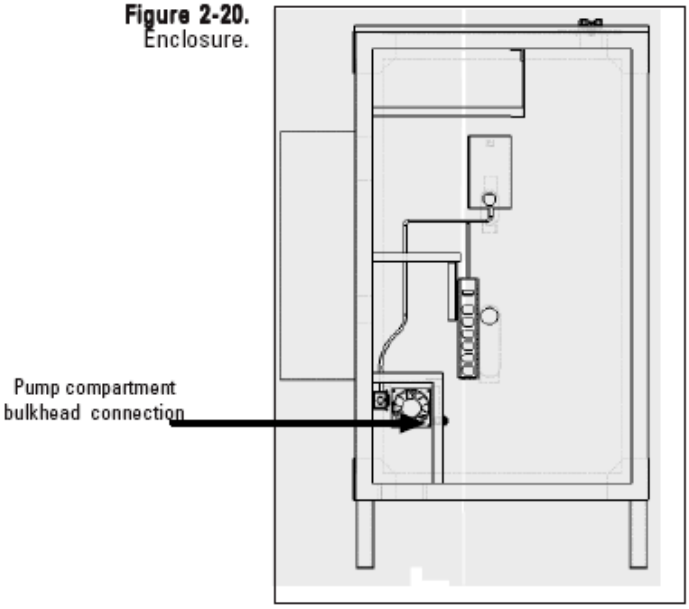
Figure 2-19. 1405 unit in the outdoor enclosure.

Messgerät im Schutzgehäuse für Betrieb im Freien

Für die Installation im Schutzgehäuse bitte wie folgt vorgehen:

1. Bevor Sie das Messgerät 1405 oder die Pumpe in das Gehäuse stellen, bitte das mit dem Schutzgehäuse gelieferte 3/8“ Winkelstück am Schnellverschluss-Anschlussstück im Pumpenfach installieren, wo der Pumpenschlauch durch die Schottverschraubung in das Schutzgehäuse geführt wird. Schließen Sie die anderen 3/8“ Winkelstücke am Pumpenanschluss auf der Rückseite des Geräts und am Anschluss der Pumpe an (siehe Abb. 2-20, 2-21 und 2-22).

Figure 2-20.
Enclosure.

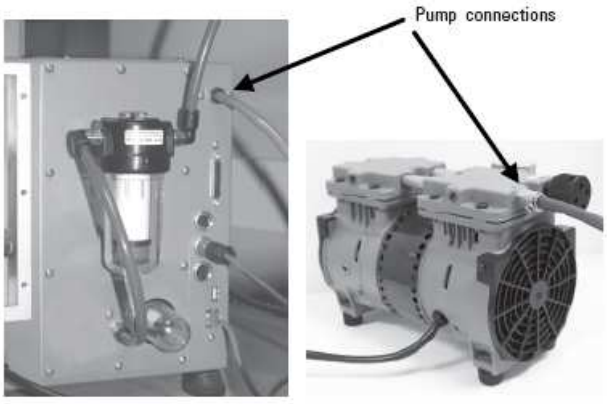


Schutzgehäuse

Pump compartment bulkhead connection	Schottverschraubung Pumpenfach

Figure 2-21 (left).
Back of the 1405 unit.

Figure 2-22 (right).
Pump.



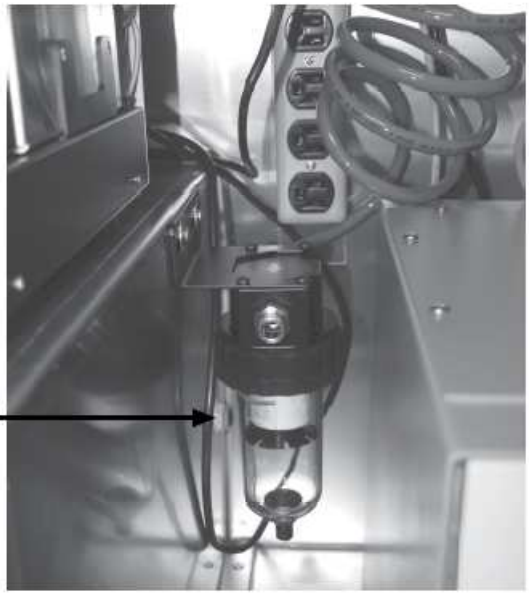
Rückseite des TEOM 1405-F (links)

Pumpe (rechts)

Pump connections	Pumpenanschlüsse

2. Montieren Sie den Wasserabscheiderfilter und die Halterung in die zwei vorgebohrten Löcher auf der Seite des Pumpenfachs (siehe Abb. 2-23).

Figure 2-23.
Water trap filter.



Wasserabscheiderfilter

Pump compartment bulkhead connection	Schottverschraubung Pumpenfach

3. Schneiden Sie vom ca. 1m langen mitgelieferten Schlauch ein 35cm langes Stück ab. Stellen Sie die Pumpe in das Schutzgehäuse und schließen Sie das Winkelstück an der Pumpe (siehe Abb. 2-22) an das Winkelstück im Pumpenfach an. Hierzu das 35cm lange Schlauchstück verwenden.
4. Schneiden Sie den 15m langen, grünen Schlauch (Bestandteil des 1405 Lieferumfangs) in zwei Teile, wobei ein Teilstück ca. 5m (jedoch nicht kürzer) sein sollte.
5. Befestigen Sie das eine Ende des 5m Pumpenschlauchs an der Schnellkupplung, die sich an der Außenseite der Wand mit der Schottverschraubung befindet (hinter dem Wasserabscheiderfilter, siehe Abb. 2-23).
6. Stellen Sie nun das Messgerät in das Schutzgehäuse, schließen Sie das andere Ende des 5m Schlauchs, das an der Schottverschraubung befestigt ist, am Schnellkupplungs-Winkelstück für den Pumpenanschluss auf der Geräterückseite des 1405 an (siehe Abb. 2-21).

7. Wählen Sie am Pumpenschlauch eine Stelle für die Installation des Vakuummessgeräts so aus, dass das Messgerät leicht abgelesen werden kann (Vorschlag von Thermo Scientific: ca. 0,5m von dem Punkt entfernt, wo der Schlauch am Pumpenanschluss auf der Geräterückseite befestigt ist). Schneiden Sie den Schlauch durch und stecken Sie die beiden Enden in die Schnellkupplung-Fittings des Vakuummessgeräts.
8. Schneiden Sie nun vom 10m langen Schlauch für die Bypass-Leitung ein ausreichend langes Stück Schlauch ab, das vom Wasserabscheiderfilter bis zum Bypass-Filter auf der Rückseite des 1405-Geräts reicht (Abb. 2-21 und 2-23). Stecken Sie den Schlauch auf die Schnellkupplungs-Fittings des Wasserabscheidefilters und des Bypass-Filters auf.

Hinweis: Der Bypass-Schlauch wird am entsprechenden Anschlussstutzen des Flow-Splitters und am Wasserabscheider angeschlossen, wenn – wie weiter hinten in diesem Kapitel beschrieben – der Probeneinlass oben auf dem Gehäuse installiert wird.

9. Stellen Sie sicher, dass das kürzere Stück des Probenahmerohrs sauber am Fluss-Splitter installiert ist (siehe auch „Einstellen des Flow-Splitters“ weiter vorne in diesem Kapitel).
10. Montieren Sie vom Fluss-Splitters kommende Probenahmerohr durch die Öffnung im Gehäusedach (siehe Abb. 2-24 und 2-25).

Figure 2-24 (left). Sample connections inside enclosure.
Figure 2-25 (right). Sample connections on top of the enclosure.

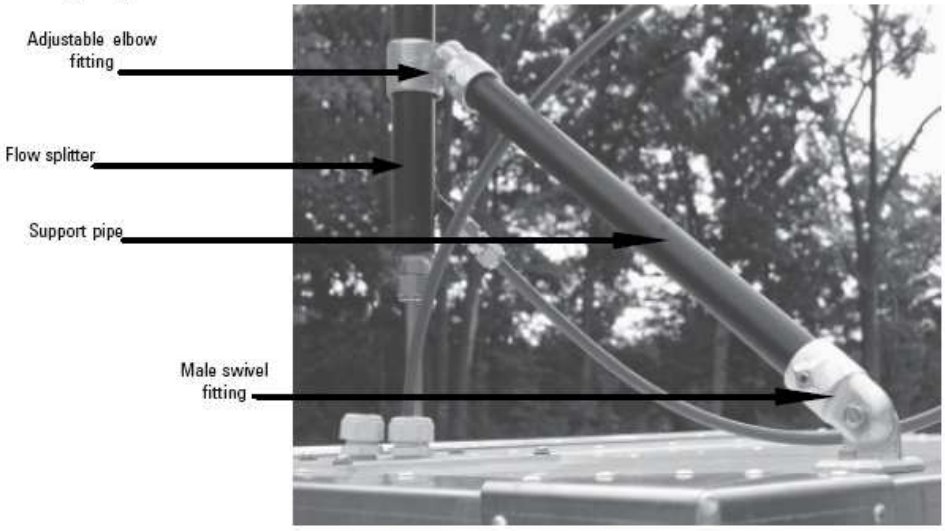
Anschlüsse im Inneren des Gehäuses (links)
Anschlüsse oben auf dem Gehäusedach (rechts)

sample tube	Probenahmerohr
Bypass tubing	Bypass-Schlauch

11. Montieren Sie das einstellbare Winkelstück und die Schwenkverschraubung (beide Teil des Schutzgehäuse-Pakets) auf dem ca. 48cm langen Rohrstück, das mit dem Gehäuse geliefert wurde. Ziehen Sie die Schrauben leicht an. Befestigen Sie nun Winkelstück und Trägerrohr am Fluss-Splitter und am Gehäusedach (siehe Abb. 2-26). Schieben Sie das Trägerrohr solange nach oben oder unten, bis der Fluss-Splitter im Lot ist. Anschließend den Arm am Schutzgehäuse befestigen und alle Schrauben am Trägerrohr festziehen.

Figure 2-26. Support pipe connections.

the support arm.

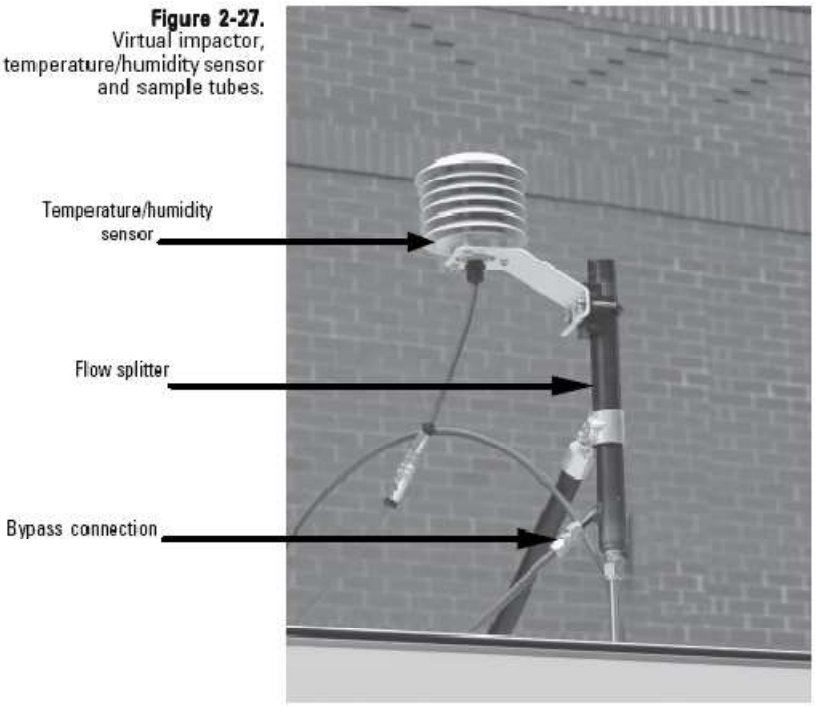


Anschlüsse Trägerrohr

Adjustable elbow fitting	Einstellbares Winkelstück
Flow splitter	Fluss-Splitter
Support pipe	Trägerrohr
Male swivel fitting	Schwenkverschraubung

12. Schneiden Sie vom verbleibenden Bypass-Schlauch ein ausreichend langes Stück ab (siehe Schritt 8), das vom Bypass-Anschluss bis zur Oberseite/dem Dach der 1405-Einheit reicht. Das Schlauchstück sollte lang genug sein, dass es eine Schleife bildet (siehe Abb. 2-27). Damit wird gewährleistet, dass der Schlauch nicht geknickt ist, wenn er ins Gehäuse gelangt. Schließen Sie den Bypass-Schlauch am entsprechenden Fitting des Fluss-Splitters an. Verwenden Sie hierzu das 3/8“ Swagelock-Fitting/Anschlussstück (Abb. 2-27). Führen Sie das andere Ende durch das Fitting am Dach (Abb. 2-25) und ca. 10-15cm in das Gehäuse hinein. Schließen Sie den aufgewickelten Schlauch des Wasserabscheidefilters am Bypass-Schlauch in der Nähe des Gehäusedachs mit dem Schnellkupplungs-Fitting an. Stellen Sie dabei sicher, dass der aufgewickelte Schlauch des Wasserabscheiders senkrecht verläuft (siehe Abb. 2-19).

Figure 2-27. Virtual impactor, temperature/humidity sensor and sample tubes.



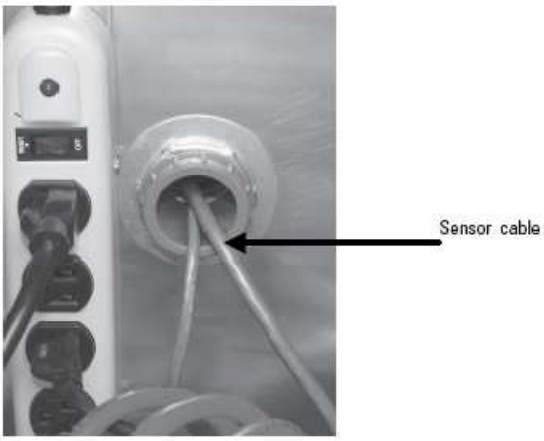
Temperatur-/Feuchtigkeitssensor und Probenahmerohre

Temperature/humidity sensor	Temperatur-/Feuchtigkeitssensor
Flow splitter	Fluss-Splitter
Bypass connection	Bypass-Anschluss

13. Bringen Sie den Sensor für Umgebungstemperatur und Feuchtigkeit in die richtige Position. Befestigen Sie den Sensor mit dem mitgelieferten Schraubbügel (U-Bügel) am Fluss-Splitter (Abb. 2-27).
14. Stecken Sie das Sensorkabel am Sensor an und führen Sie das Kabel durch die Öffnung in der Gehäuserückseite zum Messgerät (siehe Abb. 2-28). Befestigen Sie den Sensor am Sensoranschluss auf der Rückseite des TEOM 1405-F (siehe Abb. 2-29).

Hinweis: Die Öffnung auf der Gehäuserückseite kann auch für andere Anschlüsse verwendet werden wie beispielsweise Ethernet.

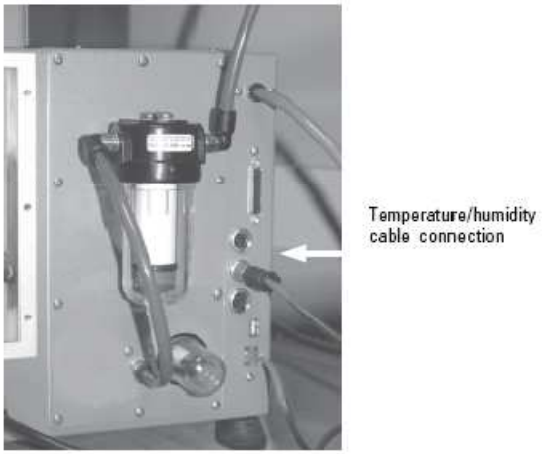
Figure 2-28. Temperature/humidity sensor cable entering the outdoor enclosure.



Kabel des Temperatur-/Feuchtigkeitssensors / Eintritt ins Gehäuse

Sensor cable	Sensorkabel

Figure 2-29. Temperature/humidity sensor connection of the back of the TEOM 1405-F unit.



Anschluss Temperatur-/Feuchtigkeitssensor auf der Rückseite der TEOM 1405-F Einheit

Temperature/humidity cable connection	Kabelanschluss Temperatur-/Feuchtigkeitssensor

15. Installieren Sie den Einlass. (siehe Abb. 2-30).

Hinweis: Den Wasserabscheider nach Bedarf entleeren.

Hinweis: Thermo Scientific empfiehlt dringend, die mit dem Gerät gelieferte Vakuumpumpe zu verwenden. Möchten Sie eine andere Pumpe installieren, dann achten Sie bitte darauf, dass es sich um eine ölfreie Pumpe handelt, die in der Lage ist, ein 21“ Hg Vakuum bei einer Durchflussrate von 16,67 l/Min. aufrechtzuerhalten.

Figure 2-30. Outdoor enclosure with inlet installed.

Gehäuse für Aufstellung im Freien mit installiertem Probeneinlass

Inlet	Einlass

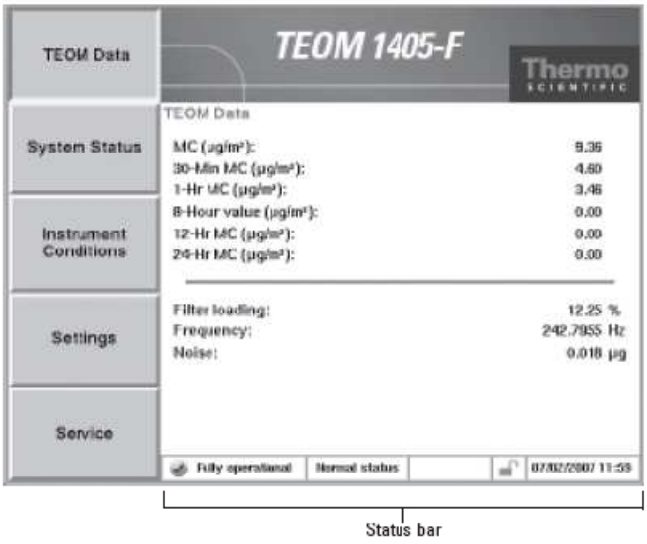
Chapter 3

Grundlagen von Betrieb & Bedienung

Dieses Kapitel liefert Informationen darüber, wie man mit dem TEOM 1405-F Messgerät Daten erfasst, eine Dichtigkeitsprüfung durchführt und Daten herunterlädt.

Das Messgerät beginnt erst mit der Erfassung der Daten, wenn in der Statusleiste die Meldung „Fully Operational“ (= betriebsbereit) (Abb. 3-1) erscheint. Vor der Probenahme müssen saubere, entsprechend aufbereitete Filter in das Gerät eingelegt werden. Bis das Gerät betriebsbereit ist, kann der Bediener die Durchflussrate, Daten und andere Einstellungen auswählen.

Figure 3-1.
TEOM Data screen with "Fully Operational" message.



Screen „TEOM Data“ (TEOM Daten) mit „Betriebsbereit“ Meldung

Status bar	Statusleiste

Starten des Geräts

Um das Gerät zu programmieren und mit der Datenerfassung zu beginnen, gehen Sie bitte wie folgt vor:

1. Führen Sie eine Dichtigkeitsprüfung durch (weitere Details hierzu finden Sie im folgenden Kapitel).
2. Installieren Sie einen TEOM-Filter im Massenwertgeber (siehe Kapitel 5).
3. Installieren Sie einen 47mm Filter im FDMS-Tower (siehe Kapitel 5).
4. Vergewissern Sie sich, wenn sich das Gerät im „Systemstatus“ Screen befindet, dass die aufgelistete Seriennummer für das Gerät auch mit der Seriennummer auf der Geräterückseite übereinstimmt.
5. Wählen Sie im Screen „Instrument Conditions“ (= Gerätebedingungen) die Schaltfläche **„Flows“** (= Durchfluss), um in die Bildschirmanzeige „Flows“ (= Durchfluss) zu gelangen. Klicken Sie auf die Schaltfläche **„Flow Rates“** (= Durchflussraten), um die gewünschten Durchflussraten für den Haupt- und Bypasskanal auszuwählen. Über die Schaltfläche **„Flow Control“** (= Durchflussregelung) können Sie die gewünschte Regelungsart („aktiv“ oder „passiv“) und die gewünschten Norm- und Mittelwerte für Temperatur und Druck auswählen. (Weitere Infos über Screens und Einstellungen finden Sie in Kapitel 4).
6. Drücken Sie in der Bildschirmanzeige „Settings“ (= Einstellungen) auf die Schaltfläche **„System“** (= System) gefolgt von der Schaltfläche **„Set Time“** (= Zeit einstellen), um Datum und Zeit einzustellen. (Weitere Infos über Screens und Einstellungen finden Sie in Kapitel 4).
7. Drücken Sie in der Bildschirmanzeige „Settings“ (= Einstellungen) auf die Schaltfläche **„Advanced“** (= erweitert) und dann auf **„Mass Transducer K0 Constants“** (= K0 Konstanten Massenwertgeber), um die aktuellen K0 Einstellungen für das TEOM zu bestätigen. Die in das Gerät einprogrammierten Zahlen müssen mit den K0 Konstanten auf dem Aufkleber beim Massenwertgeber übereinstimmen. (Weitere Infos über Screens und Einstellungen finden Sie in Kapitel 4).
8. Um in den „Data Storage“ screen (= Daten speichern) zu gelangen, müssen Sie in der Bildschirmanzeige „Settings“ (= Einstellungen) auf die Schaltfläche **„Data Storage“** (= Daten speichern) klicken. Bestätigen Sie, dass die gewünschten Daten, die vom Gerät aufgezeichnet werden sollen, ausgewählt wurden. (Lesen Sie auch den Abschnitt „Daten speichern“ weiter hinten in diesem Kapitel, wenn Sie weitere

Details über die Auswahl der Speichervariablen erfahren möchten).

9. Wenn Sie das Gerät so einstellen möchten, dass Sie Analogeingangsdaten erhalten, Analogausgangsdaten senden oder wenn Sie die Kontaktschluss-Schaltungen des Geräts einstellen möchten, dann lesen Sie hierzu bitte Kapitel 4. Hier erhalten Sie weitere Infos über Screens und Einstellungen, die für diese Parameter verwendet werden.
10. Wenn Sie die Passwort-Funktion verwenden, um den Zugriff auf das Gerät zu kontrollieren, so erhalten Sie weitere Informationen über die Passwort-Funktion ebenfalls in Kapitel 4.
11. Klicken Sie auf die Schaltfläche „TEOM Data“ (= TEOM Daten), um in die zugehörige Bildschirmanzeige zu gelangen. Das Gerät beginnt mit dem Erfassen von Daten, wenn im Betriebsstatusfenster die Meldung „Betriebsbereit“ erscheint.

Hinweis: Nach dem ersten Hochstarten des Geräts, sind die in Feldern „Massenkonzentration“ angezeigten Werte die gleitenden Mittelwerte, die gesammelt werden, bis 1 Stunde vergangen ist. Die Werte sind sichtbar, um dem Bediener nach dem Hochfahren oder Reset des Geräts anzuzeigen, dass das Messgerät funktioniert. Diese Rohdaten werden nur für interne Berechnungen herangezogen.

Dichtigkeitsprüfung durchführen

Das TEOM 1405-F sollte einmal monatlich oder nach Bedarf einer Dichtigkeitsprüfung unterzogen werden. Der Lieferumfang des Systems beinhaltet Adapter für die Durchflussprüfung / Dichtigkeitsprüfung für den 1 ¼“ Fluss-Splitter und den 3/8“ Bypass-Schlauch.

Der Dichtigkeitsprüfungs-Assistent vergleicht die unterschiedlichen Werte zwischen „Null“ Durchfluss des Geräts bei abgeschaltetem Vakuum und Durchfluss durch das Gerät bei blockiertem Einlass (sollte auch Null sein). Die Dichtigkeitsprüfung gilt als bestanden, wenn der Durchflusswert für die Hauptleitung um 0,15 l/Min. und der Durchflusswert durch den Bypass-Schlauch um 0,60 l/Min. ihres „Null“-Wertes bei abgeschaltetem Vakuum liegen.

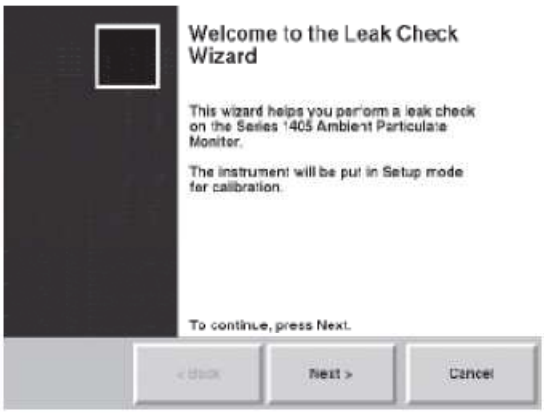
Um sicherzustellen, dass das Messgerät seine optimale Leistung bringt und das keine Leckagen vorliegen, fordert das Messgerät den Bediener dazu auf, eine Dichtigkeitsprüfung durchzuführen mit dem FDMS-Ventil in der Basis- als auch in der Referenzposition.

Hinweis: Der Dichtigkeitsprüfungs-Assistent deaktiviert während der Dichtigkeitsprüfung automatisch das Umschaltventil. Die Durchführung einer Dichtigkeitsprüfung ohne den Assistenten kann zu Schäden am Umschaltventil führen.

Um eine Dichtigkeitsprüfung durchzuführen, gehen Sie bitte wie folgt vor:

1. Klicken Sie im „TEOM Data“ (= TEOM Daten) Screen auf die Schaltfläche **„Service“**, um in den „Service“ Screen zu gelangen. Klicken Sie dort anschließend auf die Schaltfläche **„Verification“** (= Überprüfung), um in die entsprechende Bildschirmansicht zu gelangen.
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche **„Leak Check“** (= Dichtigkeitsprüfung), um den Bildschirm mit dem Assistenten zu öffnen (Abb. 3-2). Klicken Sie dann auf **„Next“** (= weiter).

Figure 3-2. Leak Check Wizard start screen.

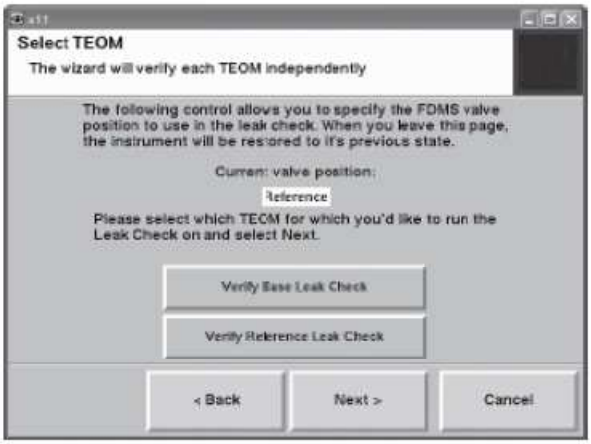

Welcome to the Leak Check Wizard
This wizard helps you perform a leak check on the Series 1405 Ambient Particulate Monitor.
The instrument will be put in Setup mode for calibration.
To continue, press Next.
< Back
Next >
Cancel

Start-Bildschirm / Assistent Dichtigkeitsprüfung

3. Es erscheint der Screen „Select Valve Position“ (= Ventilposition wählen). Die aktuelle Ventilstellung wird angezeigt. Zum Starten der Dichtigkeitsprüfung, klicken Sie bitte auf die Schaltfläche „aktuelle Ventilposition / Dichtigkeitsprüfung“ (siehe Abb. 3-3). Klicken Sie dann auf **„Next“** (= Weiter).

Hinweis: Wenn Sie eine Leckage mit dem Ventil in einer bestimmten Position eingrenzen möchten, dann wählen Sie die entsprechende Ventilposition und fahren Sie fort.

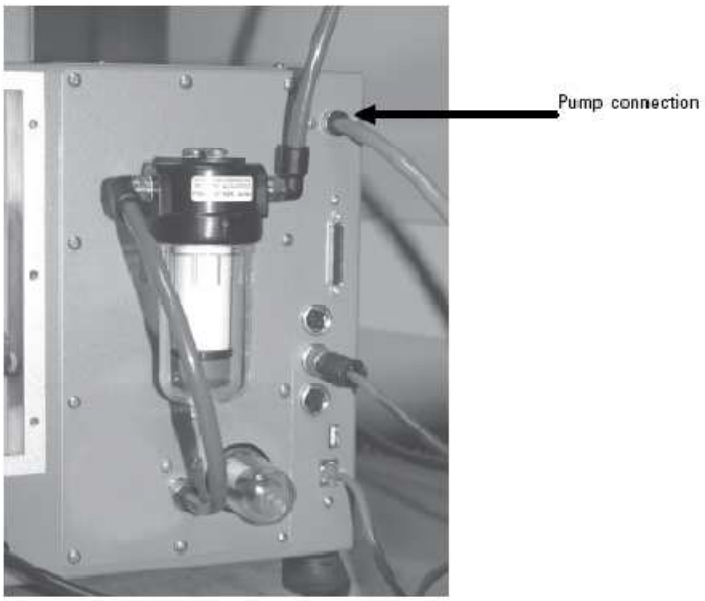
Figure 3-3.
Leak Check Wizard screen with current valve position select.


Select TEOM
The wizard will verify each TEOM independently
The following control allows you to specify the FDMS valve position to use in the leak check. When you leave this page, the instrument will be restored to it's previous state.
Curren: valve position:
Reference
Please select which TEOM for which you'd like to run the Leak Check on and select Next.
Verify Base Leak Check
Verify Reference Leak Check
< Back
Next >
Cancel

Screen „Assistent Dichtigkeitsprüfung“ / Auswahl der aktuellen Ventilposition

4. Es erscheint der „Remove the TEOM filter“ Screen (= TEOM-Filter entfernen). Nehmen Sie den TEOM-Filter aus dem Messwertgeber, damit diese während der Dichtigkeitsprüfung nicht beschädigt werden. Klicken Sie dann auf **„Next“** > (= Weiter).
5. Es erscheint der „Disconnect Vacuum Line“ Screen (= Vakuum abschalten). Ziehen Sie den an der Pumpe angeschlossenen Vakuumschlauch von der Rückseite des Messgeräts ab (siehe Abb. 3-4). Klicken Sie dann auf **„Next“** > (= Weiter).

Figure 3-4.
Back of TEOM 1405 unit.



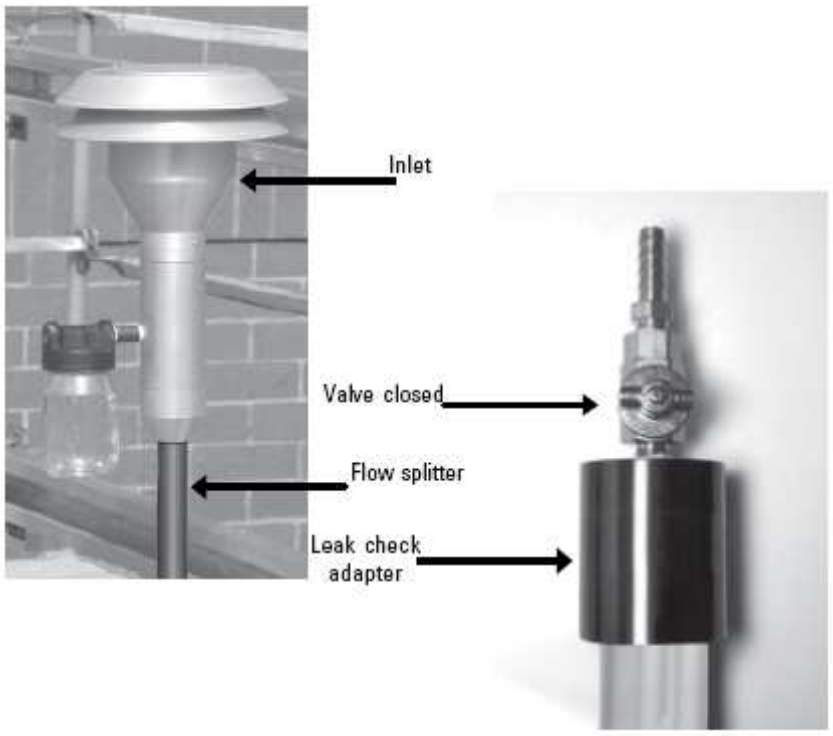
Geräterückseite TEOM 1405-F

Pump connection	Pumpenanschluss

6. Es erscheint die Bildschirmanzeige „Stabilizing“ (= Stabilisierung). Warten Sie eine Minute, damit sich die Durchflusswerte stabilisieren können und klicken Sie dann auf **„Next“** > (= Weiter).
7. Sie gelangen jetzt in das Display „Reconnect Vakuum Line“ (= Vakuumschlauch wieder anschließen). Schließen Sie den Pumpen/Vakuumschlauch wieder auf der Geräterückseite an. Klicken Sie dann auf **„Next“** > (= Weiter).
8. Es erscheint die Bildschirmanzeige „Remove Inlet“ (= Einlass entfernen). Entfernen Sie den Probeneinlass (siehe Abb. 3-5) und klicken Sie dann auf **„Next“** > (= Weiter).

Figure 3-5.
Inlet assembly.

Figure 3-6.
Leak check adapter.



Einlass-Baugruppe

Inlet	Einlass
Flow splitter	Fluss-Splitter

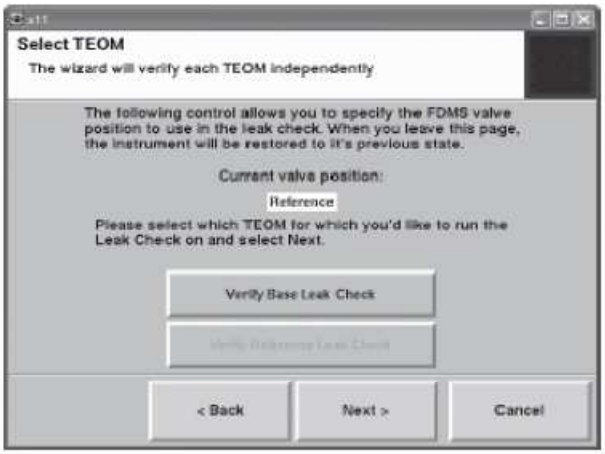
Adapter für Dichtigkeitsprüfung

Valve closed	Ventil geschlossen
Leack check adapter	Adapter Dichtigkeitsprüfung

9. Es erscheint der Screen „Attach Audit Adapter“ (= Prüfadapter anbringen). Stecken Sie den Adapter für die Dichtigkeitsprüfung/Durchflussprüfung oben auf den Fluss-Splitter.
10. Schließen Sie jetzt langsam das Ventil des Dichtigkeitsprüfadapter. Klicken Sie dann auf **„Next“** > (= Weiter).
11. Es erscheint die Bildschirmanzeige „Stabilizing“ (= Stabilisierung). Warten Sie eine Minute, damit sich die Durchflusswerte stabilisieren können und klicken Sie dann auf **„Next“** > (= Weiter).
12. Öffnen Sie nun langsam den Dichtigkeitsprüfadapter und klicken Sie dann auf **„Next“** > (= Weiter). Wird das Vakuum nicht deaktiviert bevor Sie fortfahren, können die Dichtungen im Umschaltventil beschädigt werden.

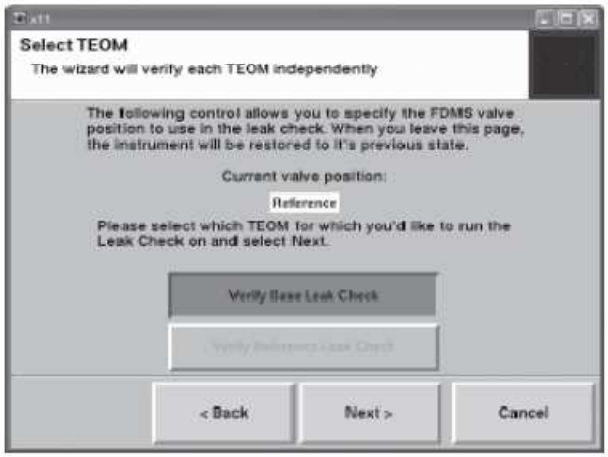
13. Es erscheint wieder die Bildschirmanzeige „Select Valve Position“ (=Ventilposition auswählen). Dieses Mal ist jedoch die gerade behandelte Ventilposition nicht verfügbar (Schaltfläche grau). Wählen Sie nun die zweite Ventilposition aus (Abb. 3-8) und klicken Sie dann auf **„Next“** > (= Weiter).

Figure 3-7. Leak Check Wizard screen with completed valve position unavailable.


Select TEOM
The wizard will verify each TEOM independently
The following control allows you to specify the FDMS valve position to use in the leak check. When you leave this page, the instrument will be restored to it's previous state.
Current valve position:
Reference
Please select which TEOM for which you'd like to run the Leak Check on and select Next.
Verify Base Leak Check
< Back
Next >
Cancel

Screen „Assistent Dichtigkeitsprüfung“ / abgeschlossene Ventilposition nicht verfügbar

Figure 3-8. Leak Check Wizard screen with second valve position.

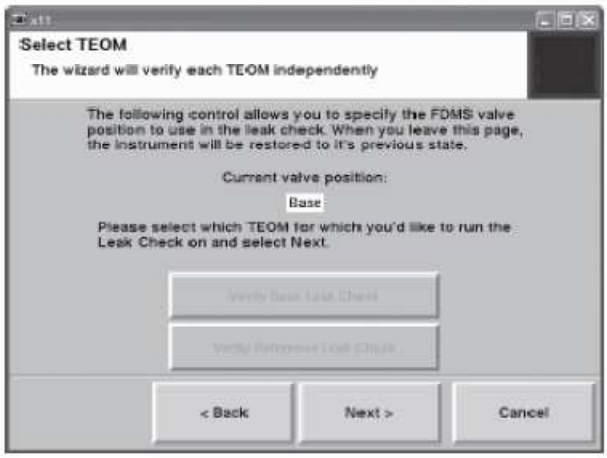

Select TEOM
The wizard will verify each TEOM independently
The following control allows you to specify the FDMS valve position to use in the leak check. When you leave this page, the instrument will be restored to it's previous state.
Current valve position:
Reference
Please select which TEOM for which you'd like to run the Leak Check on and select Next.
Verify Base Leak Check
< Back
Next >
Cancel

Screen „Assistent Dichtigkeitsprüfung“ / zweite Ventilposition

14. Es erscheint der Bildschirm „Replace Inlet“ (= Einlass wieder aufsetzen). Öffnen Sie zunächst langsam das Dichtigkeitsprüfventil, damit das System wieder von Luft durchströmt wird. Entfernen Sie dann den Durchflussprüf-/Dichtigkeitsprüfadapter und setzen Sie dann den Einlass wieder auf das Probeneinlassrohr (siehe Abb. 3-5). Klicken Sie dann auf **„Next“** > (= Weiter).

Ist die Dichtigkeitsprüfung mit dem FDMS in beiden Position (Basis- und Referenzposition) abgeschlossen, erscheint erneut der „Select Valve Position“ Screen (= Ventilposition auswählen). Jetzt sind jedoch beide Schaltflächen (Basis- und Referenzposition) nicht verfügbar. Klicken Sie dann auf **„Next“** > (= Weiter).

Figure 3-9. Leak Check Wizard screen with both valve positions disabled.


Select TEOM
The wizard will verify each TEOM independently
The following control allows you to specify the FDMS valve position to use in the leak check. When you leave this page, the instrument will be restored to it's previous state.
Current valve position:
Base
Please select which TEOM for which you'd like to run the Leak Check on and select Next.
< Back
Next >
Cancel

Screen „Assistent Dichtigkeitsprüfung“ / beide Ventilpositionen nicht verfügbar

15. Sie gelangen nun in die Bildschirmanzeige „Completing Leak Check“ (= Abschluss Dichtigkeitsprüfung). Ist die Dichtigkeitsprüfung erfolgreich abgeschlossen, erscheint eine entsprechende Meldung im Display (Abb. 3-9).

Figure 3-10.
Leak Check Wizard finish screen with pass message.

Complete Leak Check Wizard
The Leak check was successful. Replace the TEOM filter(s) in the mass transducer now.
The instrument will be put in Run mode when this wizard is finished.
To close this wizard, press Finish.
< Back
Finish
Cancel

Screen „Assistent Dichtigkeitsprüfung“ / Prüfung erfolgreich abgeschlossen

Hinweis: Schlägt die Dichtigkeitsprüfung fehl, erscheint eine entsprechende Mitteilung am Bildschirm (Abb. 3-7). Finden Sie die undichte Stelle, dichten Sie den entsprechenden Schlauch und/oder andere Anschlüsse ab und führen Sie erneut eine Dichtigkeitsprüfung durch.

Figure 3-11.
Leak Check Wizard finish screen with fail message.

Complete Leak Check Wizard
The Leak check was unsuccessful (Reference failed). Replace the TEOM filter(s) in the mass transducer now.
The instrument will be put in Run mode when this wizard is finished.
To close this wizard, press Finish.
< Back
Finish
Cancel

Screen „Assistent Dichtigkeitsprüfung“ / Prüfung fehlgeschlagen

16. Legen Sie einen neuen TEOM-Filter in den Massenmesswertgeber ein (siehe Kapitel 5).

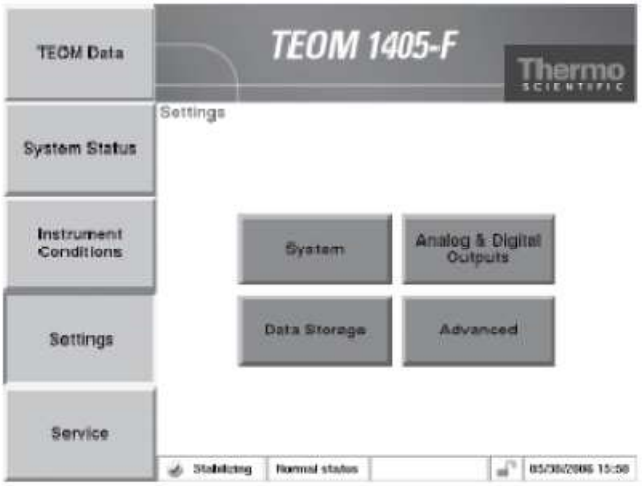
Daten speichern

Das Messgerät speichert nur die vom Bediener ausgewählten Variablen. Wurden bestimmte Gerätevariablen nicht eingestellt, WERDEN DIESE NICHT GESPEICHERT.

Variablen zur Datenspeicherung auswählen:

1. Klicken Sie auf die Schaltfläche „Settings“ (= Einstellungen) um in die dazugehörige Bildschirmanzeige zu gelangen (Abb. 3-12).

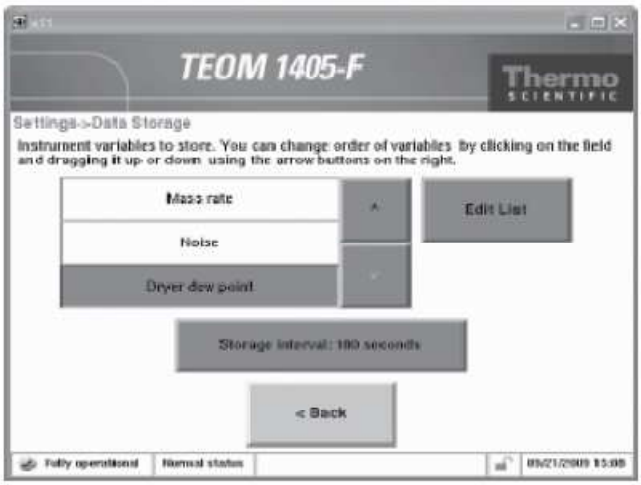
Figure 3-12.
Settings screen.



Screen „Settings“ (= Einstellungen)

2. Klicken Sie dann im Screen „Einstellungen“ auf die Schaltfläche **„Data Storage“**, um in die Anzeige „Data Storage“ (= Daten speichern) zu gelangen (Abb. 3-13).

Figure 3-13.
Data Storage screen.


TEOM 1405-F
Thermo
SCIENTIFIC
Settings->Data Storage
Instrument variables to store. You can change order of variables by clicking on the field and dragging it up or down using the arrow buttons on the right.
Mass rate
Noise
Dryer dew point
Edit List
Storage Interval: 180 seconds
< Back

Screen „Data storage“ (= Daten speichern)

3. Klicken Sie jetzt auf die Schaltfläche „Edit List“ (= Liste bearbeiten), um in das entsprechende Display zu gelangen. Klicken Sie nun auf die Namen der Variablen, die Sie aufzeichnen möchten (max. 30). Mit den Tasten **Next Page** > und < **Previous Page** (= Bild > / Bild <) können Sie die Liste der Variablen durchblättern, die gespeichert werden können. Wenn alle gewünschten Variablen ausgewählt wurden, klicken Sie bitte auf OK.

4. Mit den Schaltflächen □ und □ können Sie durch die Liste der ausgewählten Variablen blättern, um zu überprüfen, dass auch alle gewünschten Variablen ausgewählt wurden.

5. Klicken Sie in der Bildschirmanzeige „Data Storage“ (= Daten speichern) auf die Schaltfläche „Storage Interval“ (= Speicherintervall), um das entsprechende Intervall für den Speichervorgang auszuwählen. Geben Sie den Zeitraum über die Tastatur ein und bestätigen Sie die Eingabe durch Drücken der **Enter** Taste. Beträgt das Intervall beispielsweise 10 Sekunden, dann speichert das Messgerät alle 10 Sekunden die Daten der ausgewählten Variablen.

6. Die Reihenfolge der Speicherung für die Variablen kann eingestellt werden, indem man einzelne Register in der Liste nach oben oder unten bewegt. Gehen Sie hierzu auf die entsprechende Variable und ändern Sie die Position durch Drücken der Pfeiltasten □ und □ rechts neben der Variablenliste. Damit diese Reihenfolge richtig beim Download der Daten funktioniert, ist die Version 1.40 oder eine höhere Version der ePort Software erforderlich.

7. Sind alle gewünschten Variablen ausgewählt und das Intervall für die Speicherung eingestellt, klicken Sie bitte auf die Schaltfläche < **Back** (= Zurück), um wieder in die Maske „Settings“ (= Einstellungen) zu gelangen.

Daten herunterladen

Mit Hilfe der ePort Software kann der Bediener Daten vom TEOM 1405-F auf einen PC mit dem Betriebssystem Windows XP oder höher herunterladen. Hierzu muss das Messgerät an ein lokales Netzwerk (LAN) oder direkt an einen Router über den Ethernet-Anschluss auf der Geräterückseite angeschlossen sein (Abb. 3-14). Um die ePort Software verwenden zu können, muss diese über eine gültige IP-Adresse verfügen.

Figure 3-14.
Back of instrument.

Geräterückseite

Ethernet connection	Ethernet-Anschluss

ePort Software installieren

Der Bediener muss zunächst die ePort Software auf einem PC installieren, der am selben Netzwerk wie das TEOM 1405-F angeschlossen sein muss, von dem die Daten heruntergeladen werden sollen. Beim Installieren der ePort Software wird auch die Microsoft NET Framework Software installiert, falls sich auf dem PC nicht bereits eine aktualisierte Version von NET Framework befindet.

Zum Installieren der ePort Software bitte wie folgt vorgehen:

1. Klicken Sie mit der Maus doppelt auf die Datei „Setup ePort_XX.exe“ (XX gibt die Versionsnummer an). Die Datei befindet sich auf der mit dem TEOM 1405-F zusammen ausgelieferten Software CD. Es erscheint das Fenster „Welcome to InstallShield Wizard“ (= Willkommen beim InstallShield Wizard) (Abb. 3-15).

Figure 3-15. ePort Welcome to InstallShield Wizard screen.

ePort 0.12.8 - InstallShield Wizard
Welcome to the InstallShield Wizard for ePort 0.12.8
The InstallShield(R) Wizard will install ePort 0.12.8 on your computer. To continue, click Next.
WARNING: This program is protected by copyright law and international treaties.
< Back
Next >
Cancel

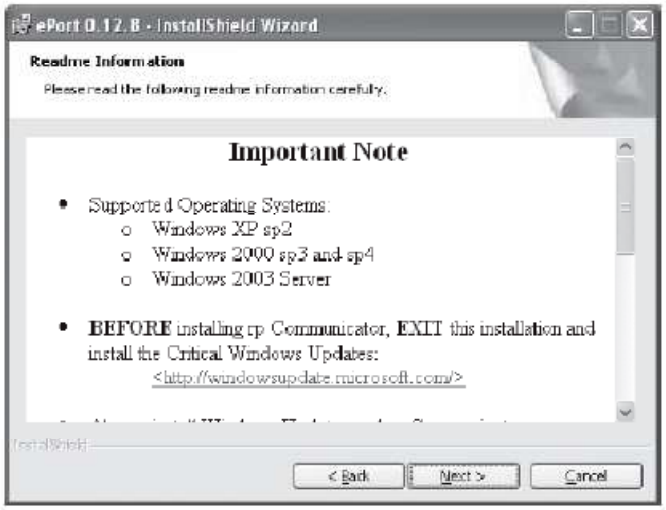
ePort InstallShield Wizard / Willkommen

2. Klicken sie auf die Schaltfläche „Install“ (= Installieren).
3. Der Assistenz zeigt die Software-Lizenzvereinbarung an. Klicken Sie auf „Yes“ (= ja) und dann auf **„Next“** > (= Weiter).

4. Es erscheint die Bildschirmanzeige „Windows Update“ (Abb. 3-16). Falls Sie erst kürzlich die Windows XP Software aktualisiert haben, klicken Sie bitte auf **„Next“** > (= Weiter).

Hinweis: Die ePort Software MUSS auf einem PC mit der aktuellsten Windwos XP Version oder späteren Updates installiert werden. Sollten Sie für Windows kein Update durchgeführt haben, klicken Sie bitte auf die Schaltfläche „Cancel“ (= Abbruch) und aktualisieren Sie mit der Windows Update Funktion Ihres PCs zunächst das Betriebssystem, bevor Sie die ePort Software installieren.

Figure 3-16.
Windows Update notice.

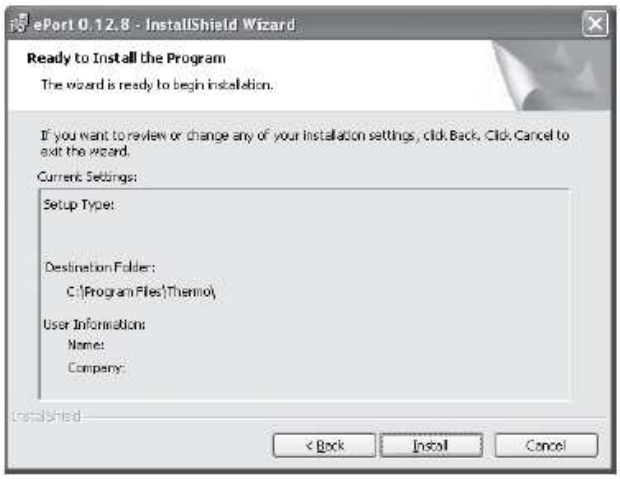


Windows Update Hinweis

5. Es erscheint die Bildschirmanzeige „Customer Information“ (= Informationsanzeige). Geben Sie die Informationen ein und klicken Sie bitte auf **„Next“** > (= Weiter).

6. Es erscheint das Fenster „Ready to Install the Program“ (Abb. 3-17). Klicken Sie jetzt auf die Schaltfläche **„Install“** (= Installieren).

Figure 3-17. Ready to Install the Program screen.



Screen “Ready to Install the Program”

7. Der Assistent führt den Bediener schrittweise durch die Installation. Meldungen geben Auskunft über den Fortschritt. Ist der Installationsvorgang abgeschlossen, erscheint die Bildschirmanzeige „Finish“ (= Installation abgeschlossen) (Abb. 3-18). Klicken Sie nun auf die Schaltfläche **„Finish“** (= Beenden).

Figure 3-18. InstallShield Wizard Completed screen.

ePort 0.12.8 - InstallShield Wizard
InstallShield Wizard Completed
The InstallShield Wizard has successfully installed ePort 0.12.8. Click Finish to exit the wizard.
< Back
Finish
Cancel

InstallShield Wizard / Installation abgeschlossen

8. Befindet sich auf dem PC keine aktualisierte Version von Microsoft NET Framework, so wird diese automatisch installiert. Es erscheint das Display „Microsoft NET Framework – Willkommen“ (Abb. 3-19). Klicken Sie nun auf die Schaltfläche **„Next“** > (= Weiter).

Figure 3-19.
Microsoft .NET Framework Welcome screen.

Microsoft .NET Framework 2.0 Setup
Welcome to Microsoft .NET Framework 2.0 Setup
This wizard will guide you through the installation process.
Next >
Cancel

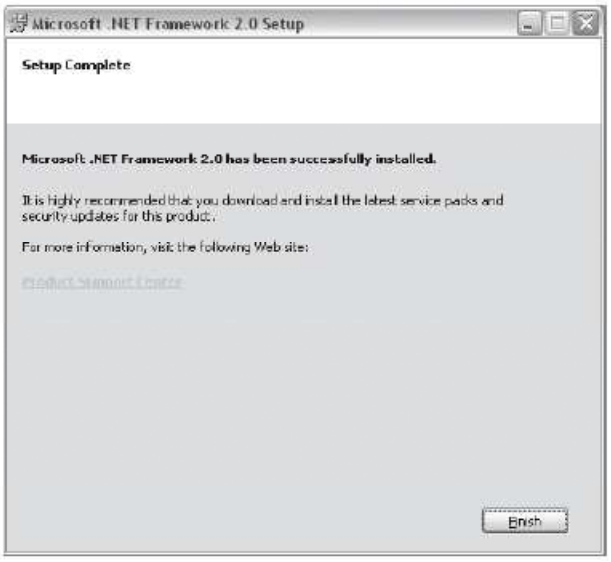
Screen „Microsoft .NET Framework / Willkommen“

9. Klicken Sie auf **„Install“** (= Installieren). Das System installiert die Microsoft .NET Framwork Software. Während der Installation zeigt der Assistent ständig Meldungen über den Installationsfortschritt an.

Hinweis: Ist die Microsoft .NET Framework Software bereits auf dem PC installiert, fordert der Assistent den Bediener dazu auf, die Software zu reparieren oder zu entfernen. Wählen Sie **„Repair“**, um sicher zu gewährleisten, dass die aktuellste Version auf Ihrem PC installiert ist oder klicken Sie auf **„Cancel“** (=Abbruch), um die Microsoft .NET Framwork Installation zu überspringen.

10. Ist die Installation abgeschlossen, erscheint die entsprechende Bildschirmanzeige (siehe Abb. 3-20). Um die ePort und Microsoft .NET Framework Installation zu beenden, klicken Sie bitte auf die Schaltfläche „Finish“ (= Beenden).

Figure 3-20.
Microsoft .NET Framework Setup Complete screen.


Microsoft .NET Framework 2.0 Setup
Setup Complete
Microsoft .NET Framework 2.0 has been successfully installed.
It is highly recommended that you download and install the latest service packs and security updates for this product.
For more information, visit the following Web site:
Finish

Screen „Microsoft .NET Framework / Setup abgeschlossen“

Verbindung zum TEOM 1405-F herstellen

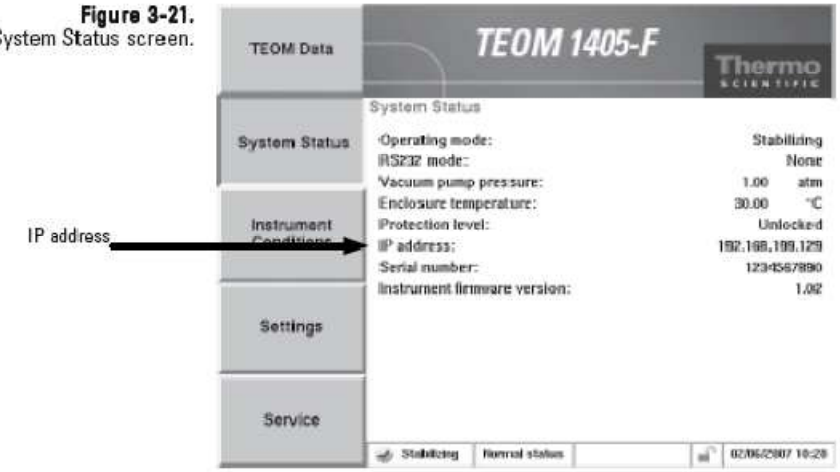
Sind die ePort Software installiert und das TEOM 1405-F und der PC am selben Netzwerk angeschlossen, dann kann die Software eine Verbindung zum Messgerät herstellen und Daten herunterladen. Zusätzliche, technische Informationen über die Herstellung einer Verbindung über das Netzwerk finden Sie in der Bibliothek auf unserer Website unter www.thermo.com/aqi.

Ist die Verbindung zum Gerät (zu den Geräten) hergestellt und die Konfigurationsdatei gespeichert, klicken Sie bitte in der Bildschirmansicht „ePort Open“ auf die Schaltfläche **„Open Saved Configuration“** (= gespeicherte Konfig. Öffnen), um die Konfiguration zu öffnen und automatisch eine Verbindung zu allen, in dieser Konfiguration hinterlegten Geräten herzustellen.

Gehen Sie dabei wie folgt vor:

1. Vergewissern Sie sich, dass der PC und das Messgerät am selben Netzwerk über den Ethernet-Anschluss auf der Geräterückseite angeschlossen sind. (siehe vorheriges Kapitel bzgl. Informationen über den Anschluss eines Messgeräts an ein Netzwerk).
2. Notieren Sie sich in der Bildschirmanzeige „System Status“ (=Systemstatus) des Messgeräts, von dem Sie die Daten herunterladen möchten, die IP-Adresse (Abb. 3-21).

Figure 3-21.
System Status screen.



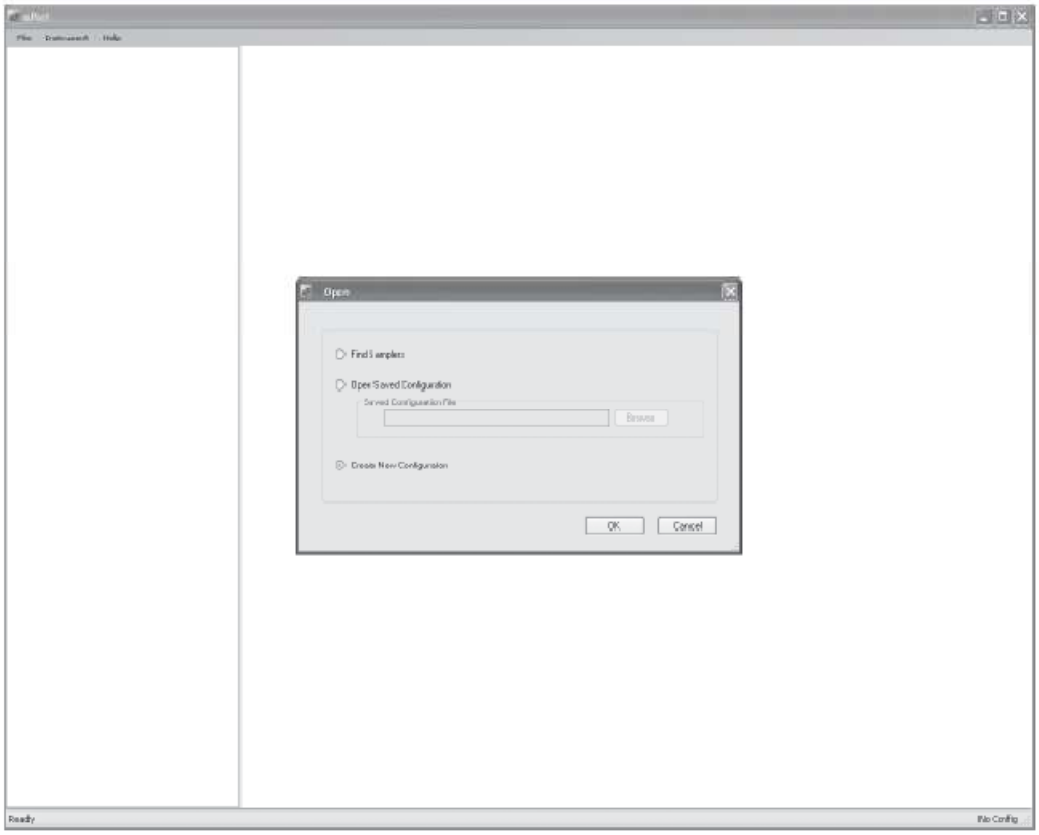
Screen „System-Status“

IP address	IP-Adresse

3. Starten Sie die ePort Software über das Icon auf dem Desktop des PC oder über das Start-Menü des PCs. Es erscheint das Hauptfenster mi dem Fenster „Open“ (Abb. 3-22).

Figure 3-22.
ePort Main screen with Open screen.

display (Figure 3-22).



ePort Hauptfenster mit “Open” Screen

4. Wählen Sie im Fenster “ePort Open” (Abb. 3-22) die Option „Create New Configuration“ (= neue Konfiguration erstellen). Es erscheint ein leeres ePort Hauptfenster.

5. Gehen Sie nun in der Menüleiste oben im ePort Hauptfenster in das Menü **„Instrument“** und wählen Sie den Menüpunkt **„New Instrument“** (= neues Gerät).

Figure 3-23.
Selecting New Instrument from the menu bar.

Neues Gerät in der Menüleiste auswählen

6. Es erscheint das Fenster „Add New Instrument“ (= neues Gerät hinzufügen) (Abb. 3-24). Geben Sie die IP-Adresse, den dem Gerät zugeordneten Namen und die Gruppe ein (falls vorhanden) und klicken Sie dann auf **OK.**

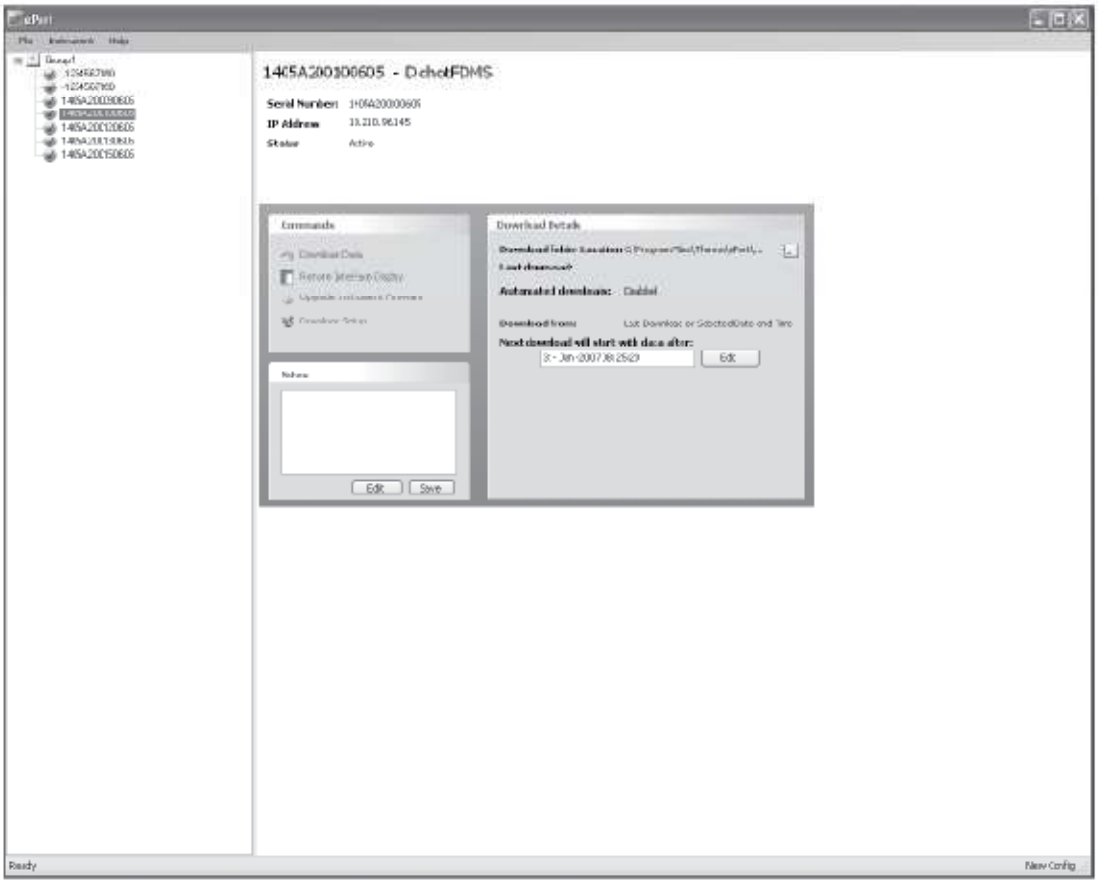
Figure 3-24.
Add New Instrument screen.

Neues Gerät in der Menüleiste auswählen

7. Es erscheint der ePort Hauptbildschirm mit dem ausgewählten Messgerät im oberen Fenster (Abb. 3-25). Wiederholen Sie den Vorgang, um der Liste weitere Messgeräte hinzuzufügen.
8. Um dies anschließend als Konfiguration abzuspeichern, wählen Sie in der Menüleiste **„File“** (= Datei) und dann **„Save“** (= Speichern). Es erscheint das Fenster „Save As“ (= Speichern unter). Geben Sie hier den Namen der Konfiguration ein und klicken Sie dann auf **„Save“** (= Speichern).

Hinweis: Ist die Verbindung zu einem Messgerät (oder Messgeräten) hergestellt und eine Konfigurationsdatei gespeichert, dann wählen Sie im Fenster „ePort Open“ **„Open Saved Configuration“** (= gespeicherte Konfiguration öffnen), um die Konfiguration zu öffnen und automatisch eine Verbindung zu allen, in dieser Konfiguration gespeicherten Geräten herzustellen.

Figure 3-25.
ePort Main screen with instrument information displayed.



ePort Hauptfenster mit Geräteinformationen

Geräte im Netzwerk finden

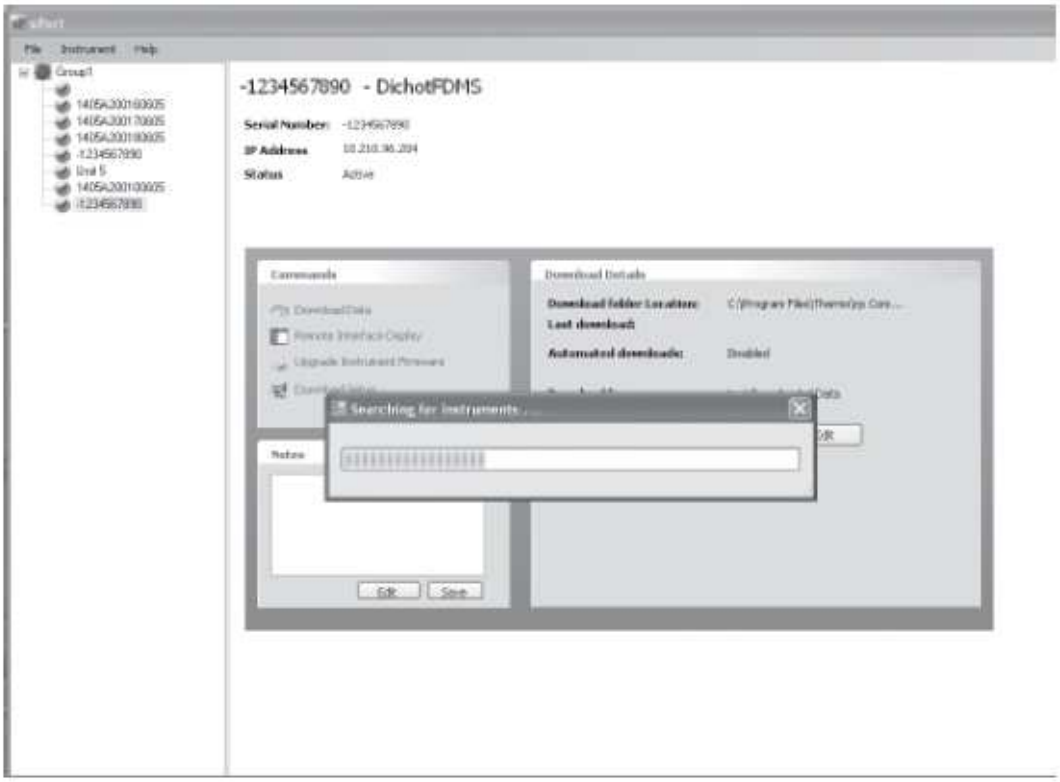
Mit Hilfe der ePort Software können Sie nach allen, am lokalen Netzwerk angeschlossenen Geräten suchen.

Mit dieser Funktion können Sie nur Geräte in einem lokalen Netzwerk suchen bzw. lokalisieren. Um nach Geräten in anderen, angeschlossenen Netzwerken zu suchen, müssen Sie die IP-Adresse der Geräte kennen und manuell über die Softwarefunktion **„New Instrument“** (= neues Gerät) eine Verbindung zum Gerät herstellen (Abb. 3-23). Informationen über das Herstellen einer Verbindung zu einem, sich nicht im Netzwerk befindlichen Messgerät, finden Sie im vorherigen Abschnitt. Geräte in einem Netzwerk müssen über eine eindeutige IP-Adresse verfügen oder über einen Router verbunden sein.

Alle Geräte des Netzwerks lokalisieren:

1. Öffnen Sie das ePort Softwareprogramm und wählen Sie „Find Samplers“ im Fenster „Open“ (Abb. 3-22).
2. Es erscheint das ePort Hauptfenster mit der Meldung „Searching for Instruments …“ (= Suche nach Geräten …). Wenn die Software Geräte findet, dann werden diese zur Liste der Geräte (links am Bildschirmrand) hinzugefügt (Abb. 3-26).

Figure 3-26.
ePort Main screen with "Searching for Instruments..." message.

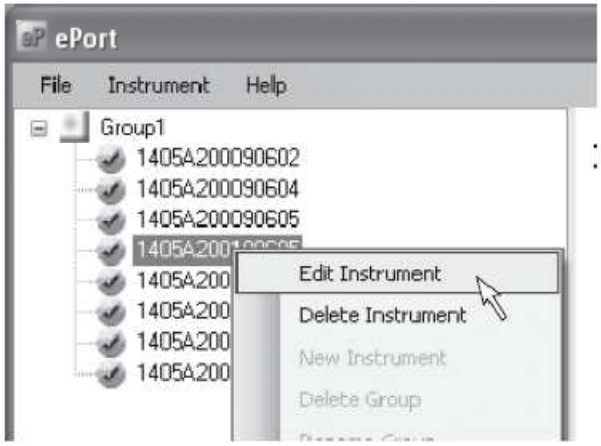


ePort Hauptfenster mit Meldung „Suche nach Geräten ..“

3. Im Rahmen auf der linken Bildschirmseite werden alle sich im lokalen Netzwerk befindlichen Geräte angezeigt. Um ein Gerät aus dieser Liste zu bearbeiten oder aus dieser zu löschen, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Gerät und wählen Sie den Menüpunkt **„Edit Instrument“** (= Gerät bearbeiten) oder **„Delete Instrument“** (= Gerät löschen) (Abb. 3-27).

Hinweis: Um ein Gerät aus einem anderen, an das lokale Netzwerk angeschlossene Netzwerk hinzuzufügen, wählen Sie in der Menüleiste **„Instrument“** (= Gerät) und dann **„New Instrument“** (= Neu). Im vorherigen Abschnitt finden Sie Details darüber, wie man manuell ein Gerät zur Konfiguration hinzufügt.

Figure 3-27. Adding or deleting an instrument from the list.



Messgerät hinzufügen oder löschen.

4. Um diese Liste als Konfiguration zu speichern, wählen Sie in der Menüleiste **„File“** (= Datei) und dann den Menüpunkt **„Save“** (= Speichern). Es erscheint das Fenster „Save As“ (= Speichern unter). Geben Sie hier den Namen der Konfiguration ein und klicken Sie dann auf **„Save“** (= Speichern).

Hinweis: Ist die Verbindung zu einem Messgerät (oder Messgeräten) hergestellt und eine Konfigurationsdatei gespeichert, dann wählen Sie im Fenster „ePort Open“ **„Open Saved Configuration“** (= gespeicherte Konfiguration öffnen), um die Konfiguration zu öffnen und automatisch eine Verbindung zu allen, in dieser Konfiguration gespeicherten Geräten herzustellen.

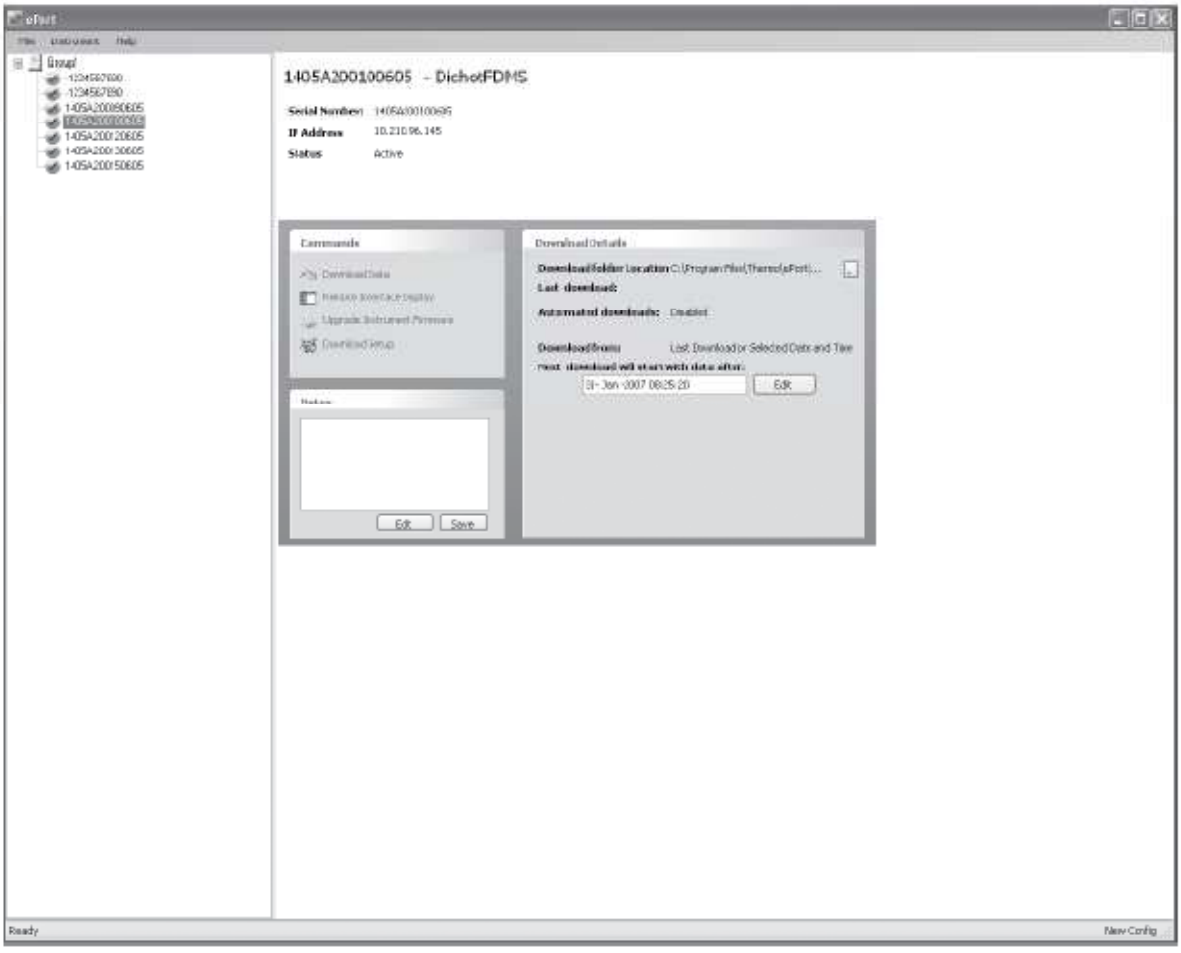
Einstellungen für manuellen Download von Daten

Über den integrierten Ethernet-Anschluss können mit Hilfe der ePort Software Daten manuell vom TEOM 1405-F heruntergeladen werden:

Hierzu gehen Sie bitte wie folgt vor:

1. Stellen Sie sicher, dass PC und Gerät am gleichen Netzwerk über den Ethernet-Anschluss auf der Geräterückseite angeschlossen sind. (Weitere Details zum Anschluss eines Geräts an ein Netzwerk finden Sie im vorherigen Abschnitt).
2. Stellen Sie mit Hilfe der ePort PC Software eine Verbindung zum Messgerät her. Sie gelangen so in das ePort Hauptfenster (Abb. 3-28). (Informationen über das Herstellen der Verbindung zu einem oder mehreren Geräten finden Sie in den beiden vorherigen Abschnitten).

Figure 3-28.
ePort Main screen.



ePort Hauptbildschirm.

3. Wählen Sie im Fenster „Commands“ (= Befehle) des ePort Hauptbildschirms **„Download Setup“** aus. Es öffnet sich ein Fenster mit dem Download Setup Wizard (Abb. 3-29). Klicken Sie dann auf die Schaltfläche **Next >** (= Weiter).

Figure 3-29.
Download Setup Wizard.

Download Setup Wizard
Welcome to the Download Setup Wizard
This wizard helps you setup downloads from the instrument in easy steps.
< Back
Next >
Cancel

Download Setup Wizard

4. Es erscheint das Fenster „Select Data“ (= Daten auswählen). Wählen Sie hier die Daten aus, die Sie herunterladen möchten (entweder alle Daten des Geräts oder die Daten seit dem letzten Download). Klicken Sie dann auf **Next >** (= Weiter).
5. Es erscheint das Fenster „Select Location“. Wählen Sie mit der Schaltfläche „Browse“ (= Durchblättern) einen Speicherplatz für die von der Software heruntergeladene Datei aus. Klicken Sie dann auf **Next >** (= Weiter).
6. Es erscheint das Fenster „Download Type“ (= Download Typ). Wählen Sie hier „Manueller Download“ aus. Klicken Sie dann auf **Next >** (= Weiter).
7. Es erscheint das Fenster „Download Setup Wizard / Beenden“. Um den Download zu beenden, klicken sie auf „Finish“ (= Beenden).

Einstellungen für autom. Download von Daten

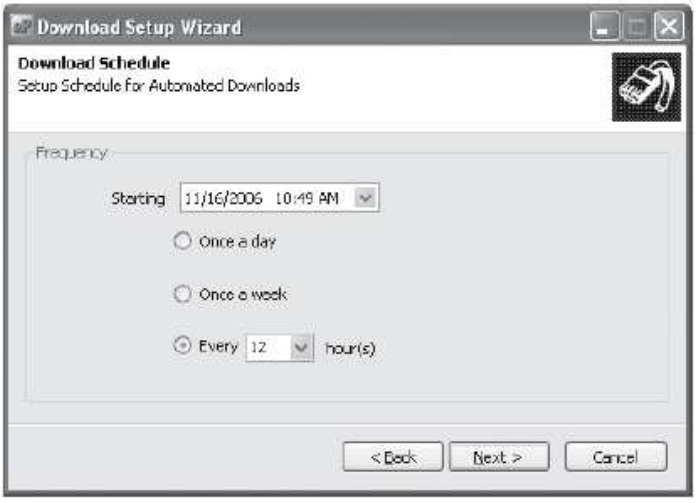
Der Bediener kann mit Hilfe der ePort Software den automatischen Download einstellen.

Hierzu gehen Sie bitte wie folgt vor:

1. Stellen Sie sicher, dass PC und Gerät am gleichen Netzwerk über den Ethernet-Anschluss auf der Geräterückseite angeschlossen sind. (Weitere Details zum Anschluss eines Geräts an ein Netzwerk finden Sie im vorherigen Abschnitt).
2. Stellen Sie mit Hilfe der ePort PC Software eine Verbindung zum Messgerät her. Sie gelangen so in das ePort Hauptfenster (Abb. 3-28). (Informationen über das Herstellen der Verbindung zu einem oder mehreren Geräten finden Sie in den beiden vorherigen Abschnitten).
3. Wählen Sie im Fenster „Commands“ (= Befehle) des ePort Hauptbildschirms **„Download Setup“** aus. Es öffnet sich ein Fenster mit dem Download Setup Wizard (Abb. 3-29). Klicken Sie dann auf die Schaltfläche **Next >** (= Weiter).
4. Es erscheint das Fenster „Select Data“ (= Daten auswählen). Wählen Sie hier die Daten aus, die Sie herunterladen möchten (entweder alle Daten des Geräts oder die Daten seit dem letzten Download). Klicken Sie dann auf **Next >** (= Weiter).
5. Es erscheint das Fenster „Select Location“. Wählen Sie mit der Schaltfläche „Browse“ (= Durchblättern) einen Speicherplatz für die von der Software heruntergeladene Datei aus. Klicken Sie dann auf **Next >** (= Weiter).
6. Es erscheint das Fenster „Download Type“ (= Download Typ). Wählen Sie hier „Autom. Download“ aus. Klicken Sie dann auf **Next >** (= Weiter).

7. Es erscheint das Fenster „Download Schedule“ (= Download Zeitplan) (Abb. 3-30). Wählen Sie Datum und Uhrzeit sowie ein Download-Intervall aus (täglich, wöchentlich, stündlich). Klicken Sie dann auf **Next >** (= Weiter).

Figure 3-30.
Download Setup Wizard.



Download Setup Wizard

8. Es erscheint das Fenster „Download Setup Wizard / Beenden“. Um den Download zu beenden, klicken sie auf „Finish“ (= Beenden).

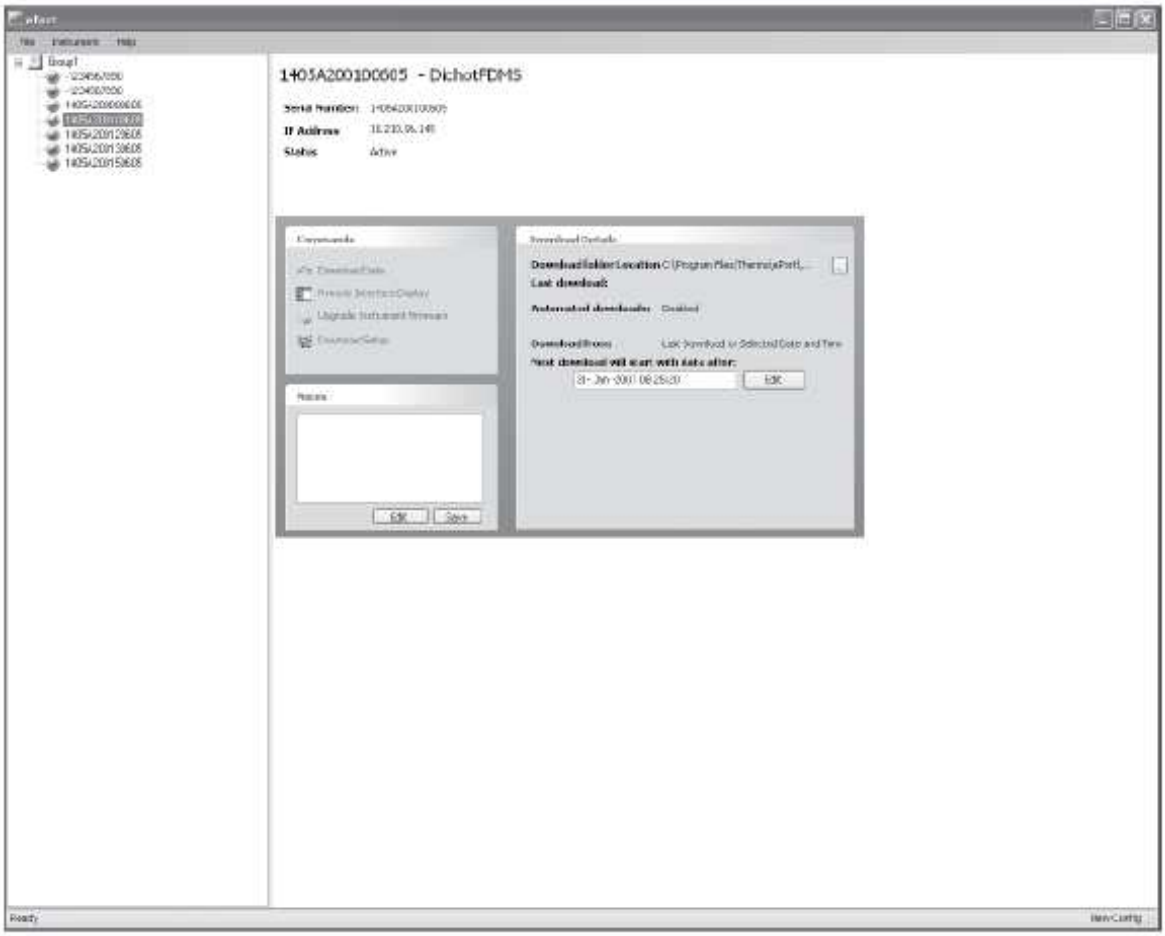
Daten-Download durchführen

Zum Herunterladen der Daten bitte wie folgt vorgehen:

1. Vergewissern Sie sich, dass PC und Messgerät am selben Netzwerk über den Ethernet-Anschluss auf der Geräterückseite angeschlossen sind. (Weitere Infos über Anschluss des Messgeräts an ein Netzwerk finden Sie im vorherigen Abschnitt).
2. Stellen Sie mit Hilfe der ePort Software die Verbindung zum Messgerät her. Das ePort Hauptfenster erscheint im Display (Abb. 3-31). (Weitere Infos über Anschluss des Messgeräts an ein Netzwerk finden Sie im vorherigen Abschnitt).

Hinweis: Ist die Verbindung zu einem Messgerät (oder Messgeräten) hergestellt und eine Konfigurationsdatei gespeichert, dann wählen Sie im Fenster „ePort Open“ **„Open Saved Configuration“** (= gespeicherte Konfiguration öffnen), um die Konfiguration zu öffnen und automatisch eine Geräten herzustellen.

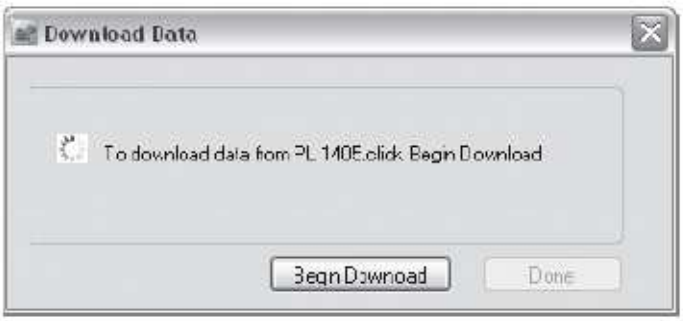
Figure 3-31.
ePort Main screen.



ePort Hauptfenster

3. Wählen Sie im Fenster “Commands” (= Befehle) des ePort Hauptfensters die Option “Download Data” (= Daten herunterladen) (Abb. 3-32).

Figure 3-32.
Download Data screen.



Fenster „Daten Download“

4. Klicken Sie auf die Schaltfläche “Begin Download” (= Download starten). Die ePort Software lädt daraufhin die Daten herunter wie in den Einstellungen im Download Setup Wizard definiert. (Siehe auch vorheriger Abschnitt). Während des Downloads zeigt das Meldungsfenster die Meldung „Downloading Data“ (= Daten werden heruntergeladen) an. Ist der Download abgeschlossen, erscheint die Meldung „Download Complete“. Klicken sie abschließend auf die Schaltfläche „Done“ (= Fertigstellen), um das Download-Fenster zu verlassen.

Daten auf USB-Stick herunterladen

Mit dem TEOM 1405-F ist auch der Daten-Download auf einen USB-Stick möglich. Der USB-Anschluss befindet sich auf der Gerätevorderseite.

Hinweis: Aufgrund der Größe des Pufferspeichers, kann der Download-Vorgang 30 Minuten oder länger in Anspruch nehmen.

Zum Herunterladen von Daten über den USB-Anschluss gehen Sie bitte wie folgt vor:

1. Stecken Sie den USB-Stick in die USB-Buchse auf der Gerätevorderseite. Es erscheint das Fenster „Daten-Download auf USB-Stick“ (Abb. 3-33).

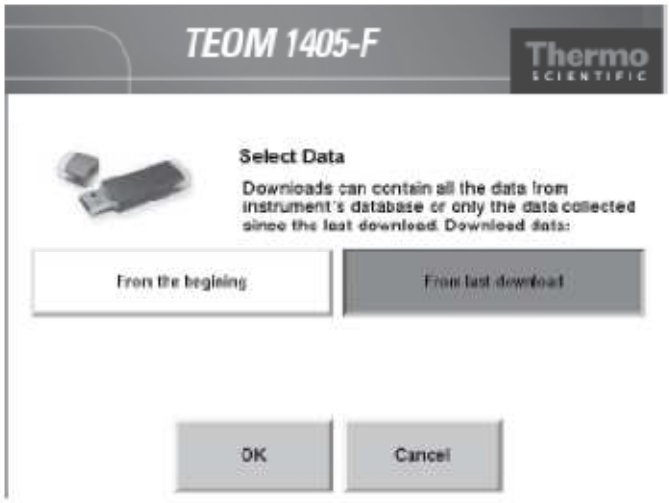
Figure 3-33. Download Data to USB Flash Drive screen.

Fenster „Daten Download auf USB-Stick“

2. Wenn Sie mit dem Download fortfahren möchten, klicken Sie auf **Yes** (= Ja). Falls nichts, klicken Sie auf die Schaltfläche **No** (= Nein) und ziehen Sie den USB-Stick ab.

3. Es erscheint das Fenster „Select Data“ (= Daten auswählen) (Abb. 3-34). Klicken Sie auf die Schaltfläche **„From the beginning“** (= alle), um alle Daten vom Gerät herunterzuladen. Wenn Sie nur die Daten seit dem letzten Download herunterladen möchten, klicken sie bitte auf **„From the last download“** (= seit dem letzten Download). Anschließend bitte auf OK klicken.

Figure 3-34.
Select Data screen.



Fenster „Daten auswählen“

4. Das Gerät zeigt für den Download eine Meldung an und beginnt mit dem Download auf den USB-Stick.

Hinweis: USB-Stick bitte niemals während des Download-Vorgangs vom Gerät abziehen.

5. Ist der Download abgeschlossen, erscheint die Meldung „Download complete“ (= Download abgeschlossen) sowie der Dateiname, unter dem die Datei auf dem USB-Stick abgespeichert ist. (Der Dateiname besteht aus der Seriennummer des Messgeräts gefolgt von Datum/Zeit). Ziehen Sie den USB-Stick vom Laufwerk ab und klicken Sie auf OK.

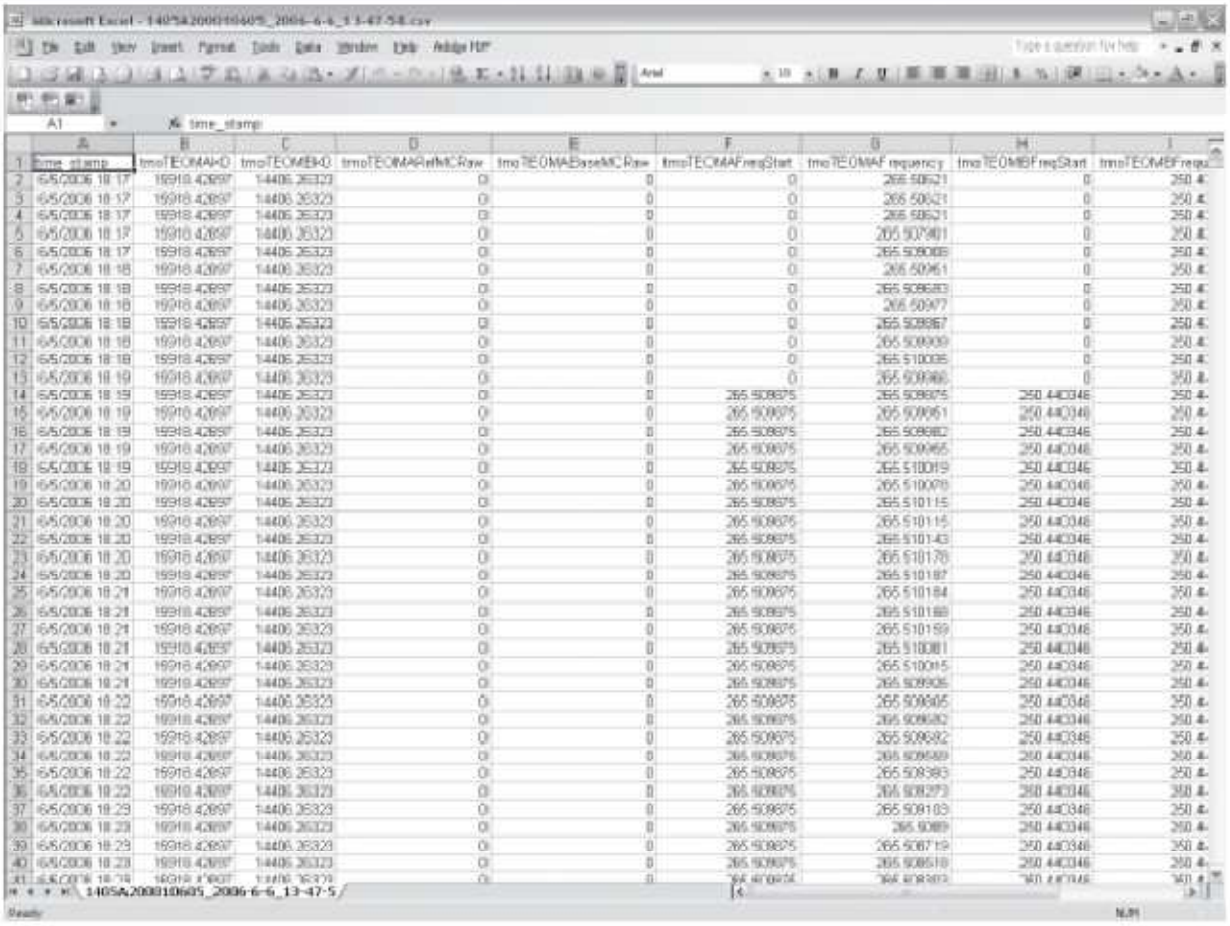
Heruntergeladene Daten anzeigen

Heruntergeladene Daten werden als Datei mit der Endung „.csv“ gespeichert (.txt Dateien durch USB). Diese Dateien können in Microsoft Excel angezeigt werden. Der Dateiname besteht aus der Seriennummer des Messgeräts gefolgt von Datum/Zeit.

Die Dateien werden in dem Ordner abgelegt, der mit Hilfe des Download Setup Wizard ausgewählt wurde. Lesen Sie hierzu auch den Abschnitt „Einstellungen für den Daten-Download“. Standardmäßig befindet sich der Ordner auf:

C:\Program Files\Thermo\ePort\Data

Figure 3-35.
Data .csv file opened in Excel.



In Excel geöffnete .csv Datei

I/O Anschlüsse

Über eine 25-pol. Buchse auf der Geräterückseite, beschriftet mit “USER I/O” stellt das TEOM 1405 dem Bediener zusätzliche Analogeingänge und Analog- und Digitalausgänge zur Verfügung.

Die 25-pol. Buchse (Abb. 3-36) verfügt über die Anschlussmöglichkeit für acht (8) Analogausgänge, vier (4) Analogeingänge und zwei (2) Digitaleingänge.

Figure 3-36.
USER I/O connector.

I/O Buchse auf der Geräterückseite

Thermo Scientific bietet einen 25-pol. Stecker an (Hersteller: Phoenix Contact), der passend zur I/O-Buchse auf der Geräterückseite verdrahtet werden kann (Abb. 3-37).

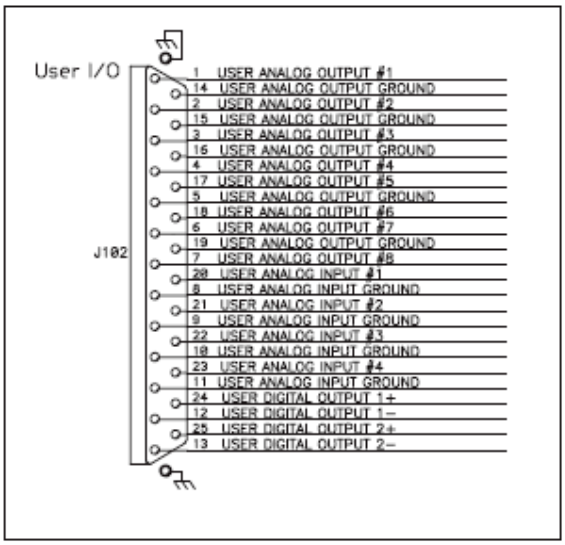
Figure 3-37.
25-pin connector.

25-pol. Stecker

Pin-Belegung für Bediener I/O-Anschluss

Die Verdrahtung der gewünschten Analogeingänge, Analogausgänge und Digitalausgänge am 25-pol. Phoenix Contact-Stecker bitte gemäß Herstelleranweisungen und Pin-Belegungsplan vornehmen (Abb. 3-38 und Tabelle 3-1).

Figure 3-38. 1405 USER I/O pin assignments.


User I/O
J102
1 USER ANALOG OUTPUT #1
14 USER ANALOG OUTPUT GROUND
2 USER ANALOG OUTPUT #2
15 USER ANALOG OUTPUT GROUND
3 USER ANALOG OUTPUT #3
16 USER ANALOG OUTPUT GROUND
4 USER ANALOG OUTPUT #4
17 USER ANALOG OUTPUT #5
5 USER ANALOG OUTPUT GROUND
18 USER ANALOG OUTPUT #6
6 USER ANALOG OUTPUT #7
19 USER ANALOG OUTPUT GROUND
7 USER ANALOG OUTPUT #8
20 USER ANALOG INPUT #1
8 USER ANALOG INPUT GROUND
21 USER ANALOG INPUT #2
9 USER ANALOG INPUT GROUND
22 USER ANALOG INPUT #3
10 USER ANALOG INPUT GROUND
23 USER ANALOG INPUT #4
11 USER ANALOG INPUT GROUND
24 USER DIGITAL OUTPUT 1+
12 USER DIGITAL OUTPUT 1−
25 USER DIGITAL OUTPUT 2+
13 USER DIGITAL OUTPUT 2−

Pin-Belegung für Bediener I/Os

Tabelle 3-1
Pin-Belegung für Bediener I/Os

Kanal	Pin	**Kanal**	Pin
Analogausgang 1	1	Analogausgang 1 GND	14
Analogausgang 2	2	Analogausgang 2 GND	15
Analogausgang 3	3	Analogausgang 3 GND	16
Analogausgang 4	4	Analogausgang 4 GND	16
Analogausgang 5	17	Analogausgang 5 GND	5
Analogausgang 6	18	Analogausgang 6 GND	5
Analogausgang 7	6	Analogausgang 7 GND	19
Analogausgang 8	7	Analogausgang 8 GND	19
Analogeingang 1	20	Analogeingang 1 GND	8
Analogeingang 2	21	Analogeingang 2 GND	9
Analogeingang 3	22	Analogeingang 3 GND	10
Analogeingang 4	23	Analogeingang 4 GND	11
Digital I/O 1+	24	Digital I/O 1+	12
Digital I/O 2+	25	Digital I/O 2+	13

Wird der nach obigem Schema verdrahtete, 25-pol. Phoenix Contact Stecker am Gerät angeschlossen, dann müssen die Eingänge/Ausgänge mit Hilfe der TEOM 1405 Software eingestellt werden:

Wählen sie hierzu im Fenster „Instrument Conditions“ die Schaltfläche **„Analog Inputs“** (= Analogeingänge), um die Analogeingänge (1-4) einzustellen und wandeln Sie die ankommende Spannung entsprechend um. Die Analogeingänge sind selbstkalibrierend.

Um die Analogausgänge (1-8) und die Digitalausgänge (1-2) einzustellen, wählen Sie bitte im Fenster „Settings“ (= Einstellungen) **„Analog & Digital Outputs“** (= Analog- & Digitalausgänge):

- Es öffnet sich ein weiteres Fenster. Klicken Sie hier auf die Schaltfläche **„Analog Outputs“** (= Analogausgänge), um einen Min. und Max. Wert für den gewünschten Ausgangskanal einzustellen. Weitere Details für die Kalibrierung der Analogausgänge erhalten Sie im Kapitel 5).
- Klicken Sie dann im gleichen Fenster auf die Schaltfläche **„Contact Closure“** (= Kontaktschluss), um für den entsprechenden Kanal (1-2) einen Variablen-, Bediener- und Vergleichswert auszuwählen.

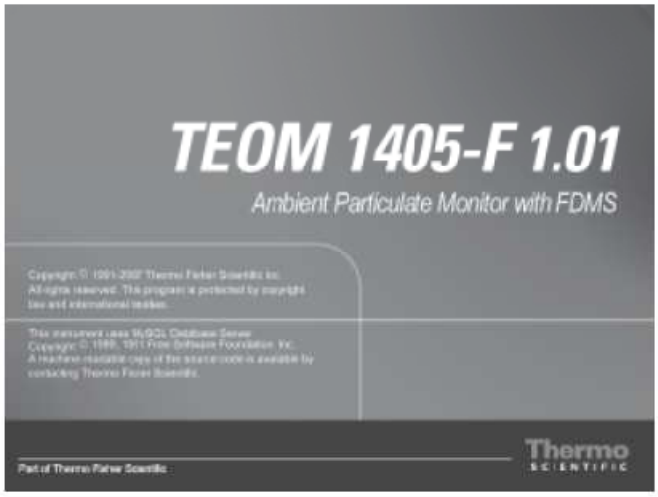
Weiterführende Informationen über das Einstellen der Eingänge/Ausgänge in den Screens **„Analog Inputs“** und **„Analog & Digital Outputs**“ finden Sie in Kapitel 4.

Screens und Einstellungen

Dieses Kapitel beschreibt die in der Gerätesoftware angezeigten Screens und die Betriebsarten des Geräts und wie man die Geräteeinstellungen ändern kann.

Wird das Gerät eingeschaltet, so erscheint nach dem Initialisierungsvorgang für wenige Sekunden eine Bildschirmanzeige mit der Gerätebezeichnung (Abb. 4-1).

Figure 4-1.
Title screen.



Screen mit Gerätebezeichnung

In dieser Bildschirmansicht werden das Modell des Geräts und die Firmware-Version angezeigt.

Screen „TEOM Daten“

Nach dem Titelbildschirm erscheint automatisch die Bildschirmansicht „TEOM Data“ (= TEOM Daten). Hier werden grundlegende Informationen zum Betrieb des Messgeräts sowie Statusbedingungen und Betriebsmodi angezeigt. Von den anderen vier (4) Hauptbildschirmanzeigen (Systemstatus, Gerätebedingungen, Einstellungen, Service) gelangt man jeweils durch Anklicken der Schaltfläche „TEOM Daten“ in den „TEOM Daten“ Screen.

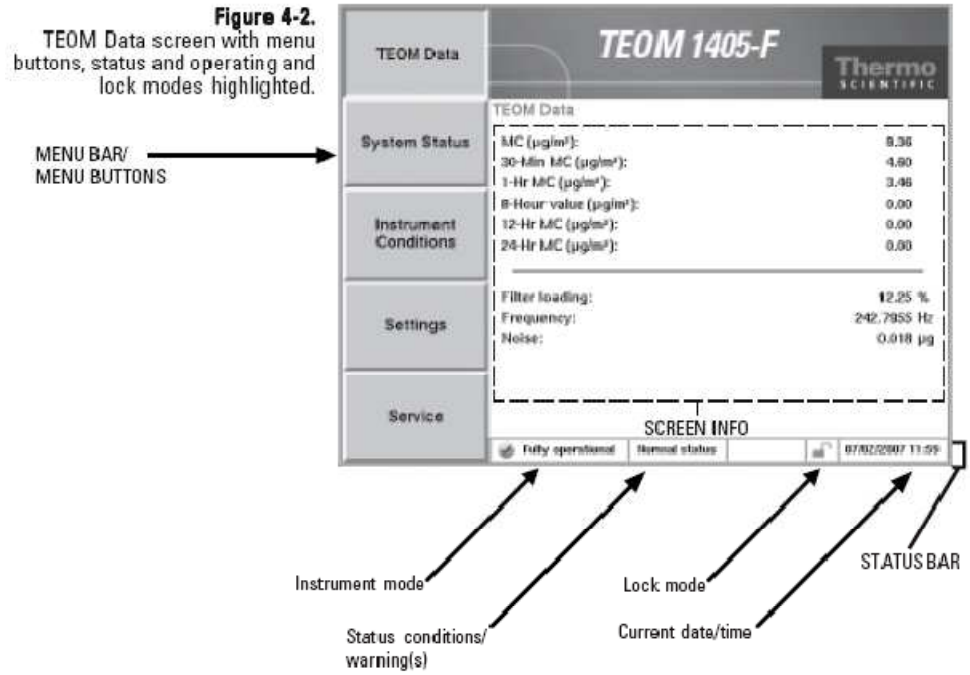


Figure 4-2.

„TEOM Daten“ Screen mit Menüleiste, Statusanzeige, Betriebsarten und Sperrmodus,

Menu bar / Menu buttons	Menüleiste und Menü-Schaltflächen
Instrument mode	Gerätemodus
Status conditions / warning (s)	Statusbedingungen / Warnmeldungen
Lock mode	Sperrmodus
Current date/time	Aktuelles Datum/Uhrzeit
Status bar	Statusleiste

Im „TEOM Daten“ Fenster gibt es Menü-Schaltflächen, über die der Bediener in die anderen Hauptfenster gelangt. Die Statusleiste am unteren Bildschirmrand zeigt Betriebsinformationen an. Hierzu gehören die aktuelle Betriebsart, der Sperrmodus und Datum und Zeit sowie der aktuelle Status („Normal“ oder „Warnmeldungen“).

Hinweis: Nach dem ersten Hochstarten des Geräts, sind die in Feldern „Massenkonzentration“ angezeigten Werte die gleitenden Mittelwerte, die gesammelt werden, bis 1 Stunde vergangen ist. Die Werte sind sichtbar, um dem Bediener nach dem Hochfahren oder Reset des Geräts anzuzeigen, dass das Messgerät funktioniert. Diese Rohdaten werden nur für interne Berechnungen herangezogen.

In der Bildschirmansicht „TEOM Daten“ finden Sie die folgenden Informationen:

- *MC (µg/m³)*: Dieses Feld zeigt die Massenkonzentrationswerte an. Das Gerät berechnet den Massenkonzentrationswert (MC), indem es den Wert Ref MC vom Wert Base MC subtrahiert. Dieser Wert ist ein 1-Std.-Mittelwert, der alle 6 Minuten aktualisiert wird. Der Wert kann vom Bediener nicht verändert werden.
- *01-Hr MC (µg/m³)*: In diesem Feld finden Sie die 1-Std.-Mittelwerte der Massenkonzentration. Der Wert ist ein gleitender Mittelwert, der alle 60 Minuten zur vollen Stunden aktualisiert wird. Der Wert kann vom Bediener ebenfalls nicht geändert werden.
- *08-Hr MC (µg/m³)*: In diesem Feld finden Sie die XX-Std. Mittelwerte der Massenkonzentration. Der Bediener kann den Wert auf jede beliebige Zahl größer 1 setzen. Der Wert ist ein gleitender Mittelwert, der alle 60 Minuten zur vollen Stunden aktualisiert wird. Der Wert kann vom Bediener ebenfalls nicht geändert werden.

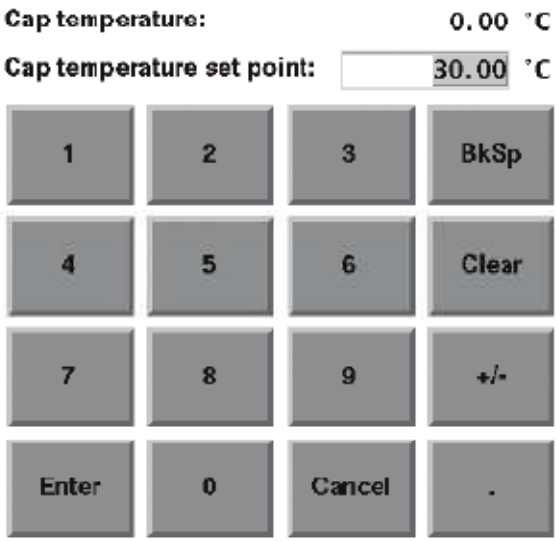
Hinweis: Massenkonzentrations-Mittelwerte von weniger als 24 Stunden können über Messwerterfassungsgeräte gemittelt werden, um gleitende 24-Std. Mittelwerte und 24-Std. Mittelwerte zu berechnen, die nicht unbedingt zu Mitternacht starten bzw. enden. Es können auch Mittelwerte gemäß anderen, vom Bediener definierten Zeitskalen berechnet werden.

- *12-Hr MC (µg/m³)*: Dieses Feld zeigt den 12-Std. Mittelwert der Massenkonzentration an. Der Wert ist ein gleitender Mittelwert, der alle 60 Minuten zur vollen Stunden aktualisiert wird. Der Wert kann vom Bediener ebenfalls nicht geändert werden.
- *24-Hr MC (µg/m³)*: Dieses Feld zeigt den 24-Std. Mittelwert der Massenkonzentration an. Der Wert ist ein gleitender Mittelwert, der alle 60 Minuten zur vollen Stunden aktualisiert wird. Der Wert kann vom Bediener ebenfalls nicht geändert werden.

- *Frequency*: Dieses Feld zeigt die oszillierende Frequenz des „Tapered Element“ (TE)(= konisch zulaufendes Element) im Massenmesswertgeber an. Der Wert schwankt von Gerät zu Gerät, liegt aber in der Regel zwischen 150 und 400 Hz. Der Wert kann vom Bediener ebenfalls nicht verändert werden.
- *Noise*: Dieses Feld zeigt die Leistung des Massenmesswertgebers an. Der Wert sollte weniger als „0,10“ betragen, wenn das System min. 30 Minuten im Betriebsmodus war. Der Wert kann vom Bediener nicht verändert werden.
- *Filter loading*: Dieses Feld zeigt die prozentuale Filterbeladung an (siehe Kapitel 5). Es wird der Anteil der gesamten TEOM-Filterkapazität angezeigt, der bereits verwendet wurde. Das Gerät zeigt immer einen Wert ≠ 0 an, auch wenn im Massenmesswertgeber kein Filter installiert ist. Neue Filter weisen in der Regel eine Filterbeladung zwischen 15% und 30% bei einer Durchflussrate von 3 l/Min. aus. Bei geringer Durchflussrate ist der Prozentsatz geringer. Die TEOM-Filterpatronen müssen getauscht werden, bevor ein Wert von 100% erreicht ist, damit die Gültigkeit der vom Messgerät berechneten Werte gewährleistet bleibt. Liegt der Wert über 100%, fällt der Hauptdurchfluss unter seinen Sollwert ab. Beträgt die Filterbeladung mehr als 30, wenn ein neuer TEOM-Filter auf dem Massenmesswertgeber platziert wird oder wenn die Lebensdauer von aufeinanderfolgenden TEOM-Filterpatronen deutlich kürzer wird, dann überprüfen Sie bitte den Inline-Filter (siehe Kap. 5) und tauschen Sie diesen, falls nötig, aus.

Die Eingabe der Werte durch den Bediener erfolgt über den Nummernblock (Abb. 4-3). Klickt man die Schaltfläche des Wertes, der geändert werden soll an, wie z.B. Sollwerte für Durchflussraten, Temperatur- oder Druckwerte, so erscheint automatisch das Tastenfeld. Der aktuelle Sollwert und der aktuelle Wert werden angezeigt (falls zutreffend). Geben Sie den Wert über das Tastenfeld ein und bestätigen Sie die Eingabe über die Schaltfläche ENTER oder klicken Sie auf CANCEL, um die Tastaturanzeige wieder zu verlassen und zum Ursprungsbildschirm zurückzukehren.

Figure 4-3.
Number entry keypad showing current value and setpoint.



Tastenfeld mit aktuellem Wert und Sollwert

Betriebsart

In der unteren linken Ecke des „TEOM Daten“ Fensters (Abb. 4-2) und in den meisten anderen Bildschirmanzeigen wird beim TEOM 1405-F die aktuell gewählte Betriebsart angezeigt.

Die Betriebsarten des Messgeräts (Abb. 4-2) sind wie folgt definiert:

- *Stabilizing*: = Stabilisierung. Diese Betriebsart zeigt an, dass das Messgerät noch nicht mit der Berechnung von Massenwerten begonnen hat, da sich Temperatur und Durchflussraten noch in der Stabilisierungsphase befinden. Temperatur und Durchflussraten müssen in einem sehr engen Wertebereich liegen (über den Zeitraum von 30 Minuten), bevor das Gerät in die nächste Betriebsart wechselt. Das Gerät beginnt nach dem Einschalten oder einem Reset immer mit dieser Betriebsart.
- *Collecting Data*: = Datenerfassung. Dieser Betriebsmodus zeigt an, dass das Messgerät mit dem Sammeln von Datensätzen begonnen, aber noch nicht den ersten Massenkonzentrationswert berechnet hat.
- *Computing Data*: = Datenverarbeitung. Hier wird angezeigt, dass der erste Massenkonzentrationswert vom Gerät berechnet wurde.
- *Fully operational*: = Betriebsbereit. Hier wird angezeigt, dass das Messgerät nun voll funktionsfähig ist. Das Gerät bleibt normalerweise in diesem Modus. Alle Massenwerte werden vom Gerät berechnet.
- *Setup Mode*: = Setup Modus. Wenn sich das Messgerät in dieser Betriebsart befindet, entnimmt es weiterhin Proben aus der Umgebungsluft und hält die Betriebstemperatur aufrecht, sammelt jedoch keine Daten. Bestimmte Betriebsparameter wie z.B. Temperatur und Durchflussraten können nur in diesem Modus geändert werden. Würden diese Werte während der Datenerfassung geändert, würde die Qualität der Messdaten ungünstig bzw. negativ beeinflusst werden. Das Messgerät fordert den Bediener automatisch dazu auf, in den Setup-Modus zu wechseln, wenn die Temperatur, ein Durchflusswert oder ein anderer einstellbarer Wert geändert werden soll. Nach Eingabe und Speichern des neuen Wertes, kehrt das Gerät automatisch in eine der vier regulären, oben genannten Betriebsarten zurück. Müssen mehrere Parameter geändert werden, dann kann der Bediener manuell in den Setup Modus gehen und vermeidet so die Warnungen vom System, wenn er die Variablen ändert. Um manuell in den Setup Modus zu gelangen, klicken Sie bitte im Service Screen auf die Schaltfläche **„Instrument Control“** (= Gerätesteuerung)(S. 4-32). Klicken Sie dann in der gleichnamigen Bildschirmansicht (S. 4-34) auf die Schaltfläche „Setup“. Befindet sich das Gerät im Setup

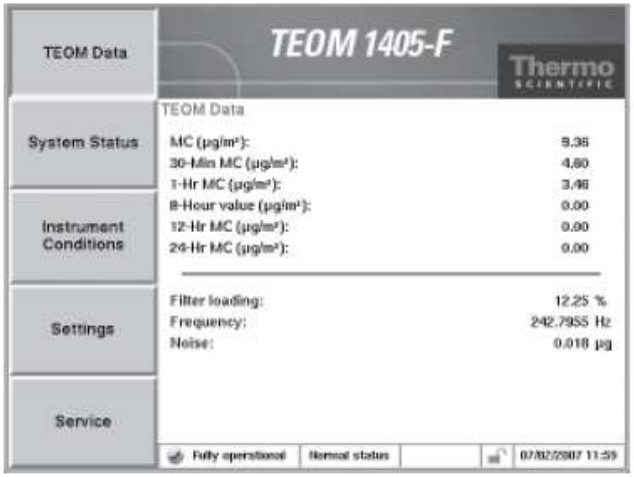
Modus, kann der Bediener alle Systemparameter ändern. Um den Setup Modus manuell wieder zu verlassen und mit der Datenerfassung zu beginnen, klicken Sie bitte auf die Schaltfläche **„Run“**.

- *Stop All Mode*: = Betriebsart Kompletthalt. Es können bestimmte Situationen auftreten, wo der Bediener alle Temperaturen und Durchflussraten im Gerät stoppen möchte. Um in diesen Modus zu gelangen, klicken Sie bitte im Service Screen auf die Schaltfläche **„Instrument Control“** (= Gerätesteuerung) (S. 4-32). Klicken Sie dann in der Ansicht „Instrument Control“ (= Gerätesteuerung) auf die Schaltfläche **„Stop“** (S. 4-34). Befindet sich das Gerät in dieser Betriebsart, wird der Betrieb quasi ausgesetzt. Die Erfassung von Daten wird angehalten, die Durchflussraten fallen auf den Wert Null und die Ausgabe an die Temperaturkreise wird angehalten. Die Systemvariablen des Messgeräts werden auf die ursprünglichen, vom Bediener eingestellten Werte zurückgesetzt. Das Gerät wird jedoch nicht auf seine Standardwerte zurückgesetzt. Das Gerät bleibt in dieser Betriebsart, bis der Bediener die Schaltfläche **„Run“** im der Ansicht „Instrument Control“ (= Gerätesteuerung) anklickt.

Anzeige „System Status“

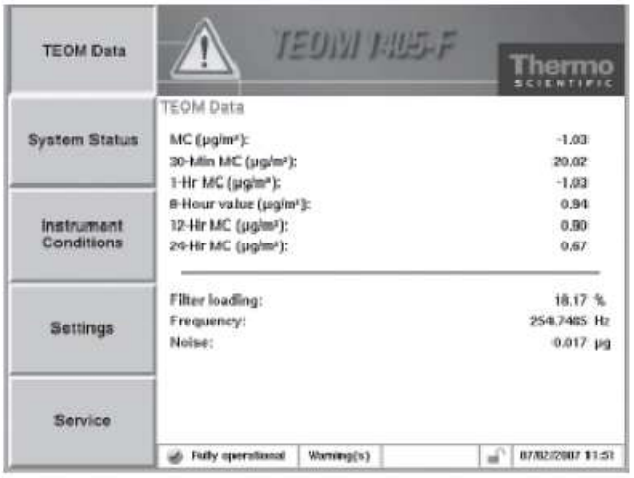
Der aktuelle Status wird, wie auch in den meisten anderen Ansichten, in der Statusleiste angezeigt, die sich am unteren Rand der Ansicht „TEOM Daten“ befindet (Abb. 4-4). Liegen keine besonderen Statusbedingungen vor, steht in der Statusleiste unten „Normaler Status“ (siehe Abb. 4-4). Liegen besondere Statusbedingungen vor, erscheint in der Anzeige unten „Warning(s)“ und ein Warnsymbol (Dreieck) wird in der Titelleiste oben in der Ansicht angezeigt (Abb. 4-5).

Figure 4-4. TEOM Data screen with “Normal status” message.



Ansicht „TEOM Daten“ mit Statusmeldung „Normaler Status“

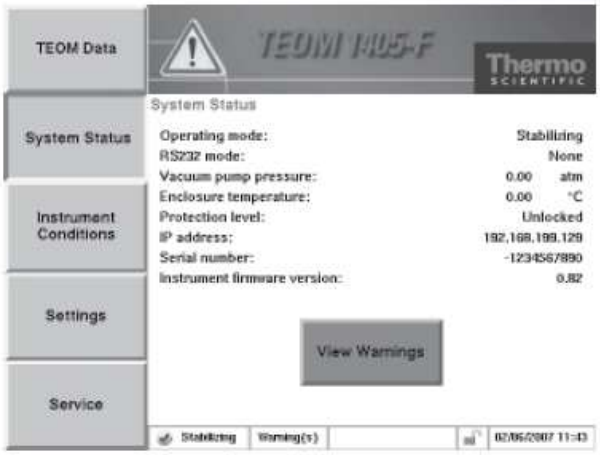
Figure 4-5. TEOM Data screen with “Warning(s)” message and warning triangle.



Ansicht „TEOM Daten“ mit Meldung „Warning(s)“ und Warnsymbol

Klicken Sie jedes Mal, wenn eine Warnmeldung bzgl. des Systemstatus angezeigt wird, auf die Schaltfläche **„System Status“**, um in die dazugehörige Anzeige zu gelangen,. Die Anzeige „Systemstatus“ liefert grundlegende Informationen zum Betrieb des Messgeräts und der Bediener kann in die Liste der gerade aktiven Status-Warnmeldungen gelangen.

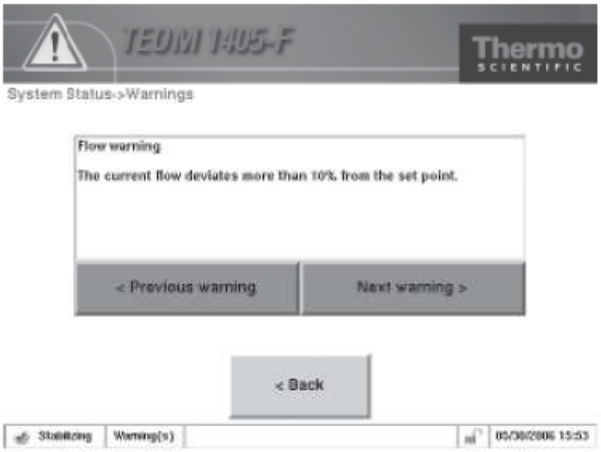
Figure 4-6.
System Status screen.



Ansicht „Systemstatus“

Um die aktuellen Status-Warnmeldungen anzuzeigen, klicken Sie auf die Schaltfläche „View Warnings“ (= Warnmeldungen anzeigen) oder tippen Sie am Display auf das Warnsymbol (oder die Titelleiste), falls auf dem Bildschirm angezeigt. Es erscheint das Fenster „Warnungen“ (Abb. 4-7). Um die Status-Warnmeldungen anzuzeigen, klicken Sie bitte auf **„< Previous Warning“** (= vorherige Warnung) und **„Next Warning >“** (= nächste Warnung).

Figure 4-7.
Warnings screen.

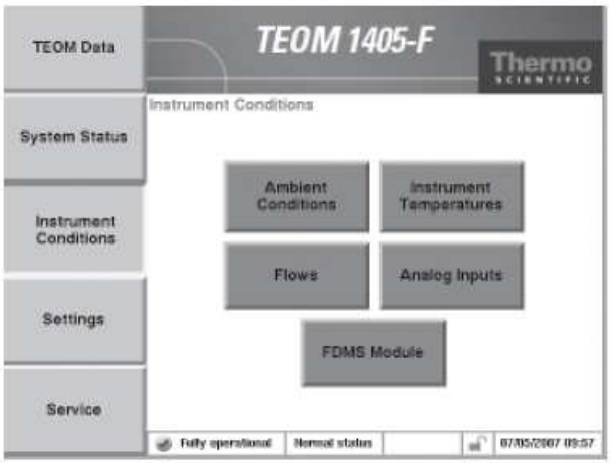


Bildschirmansicht „Warnungen“

Anzeige „Instrument Conditions“

Mit Hilfe der Schaltfläche „Instrument Conditions“ (= Gerätebedingungen“ gelangt man in die dazugehörige Anzeige (Abb. 4-8). Hier hat der Bediener Zugang zu verschiedenen Einstellungen bzgl. Temperatur- und Durchfluss und zu den aktuellen Umgebungsluftbedingungen für das Messgerät.

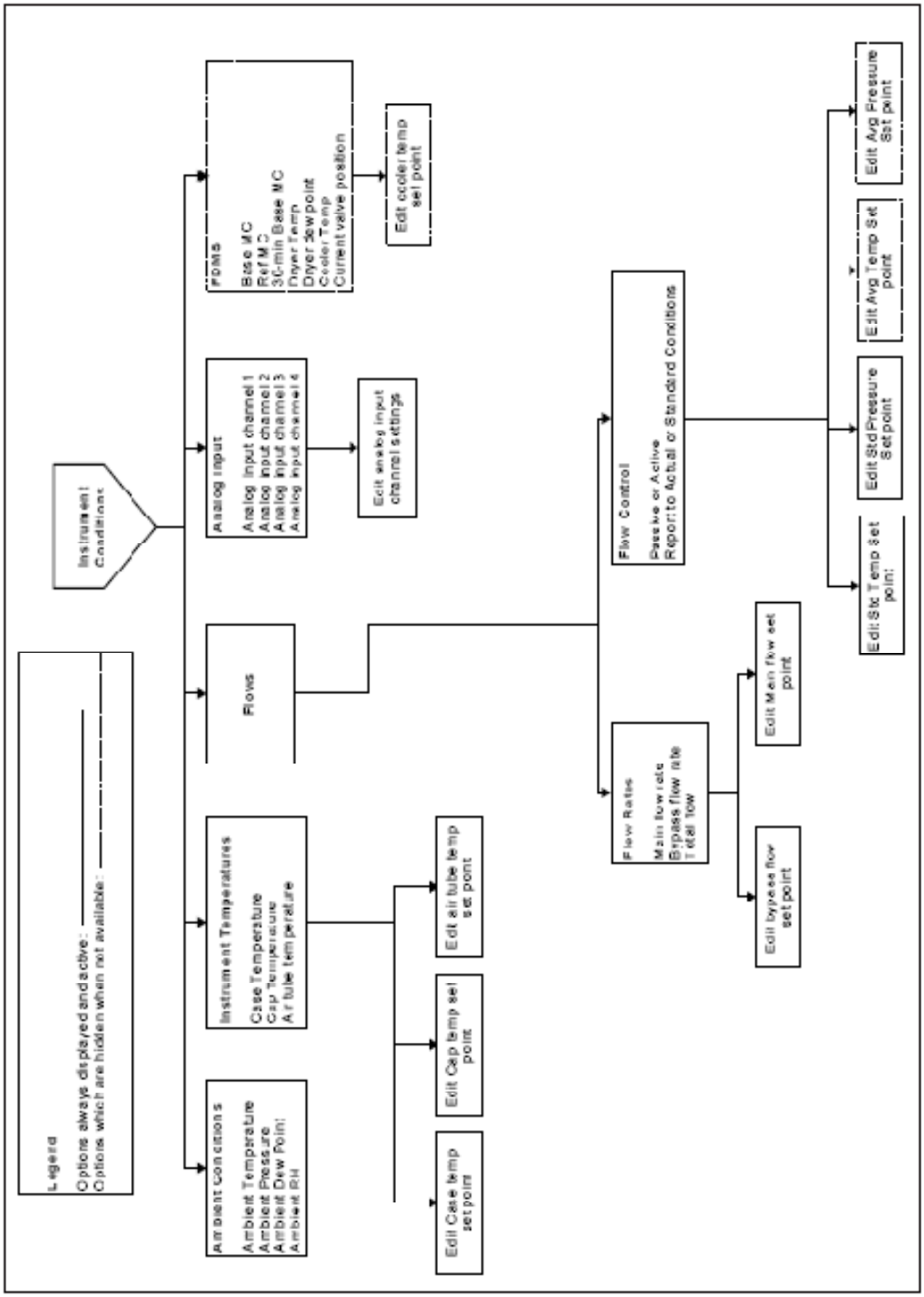
Figure 4-8.
Instrument Conditions screen.



Bildschirmansicht „Gerätebedingungen“

Über die Schaltflächen **„Ambient Conditions“** (= Umgebungsbedingungen, **„Instrument Temperatures“** (= Gerätetemperaturen), **„Flows“** (= Durchflusswerte), **„Analog Inputs“** (= Analogeingänge) und **„FDMS Module“** (= FDMS-Modul) gelangt man von der Anzeige „Gerätebedingungen“ in die entsprechenden Screens (Abb. 4-9).

Figure 4-9.
Screens accessible through the Instrument Conditions screen.

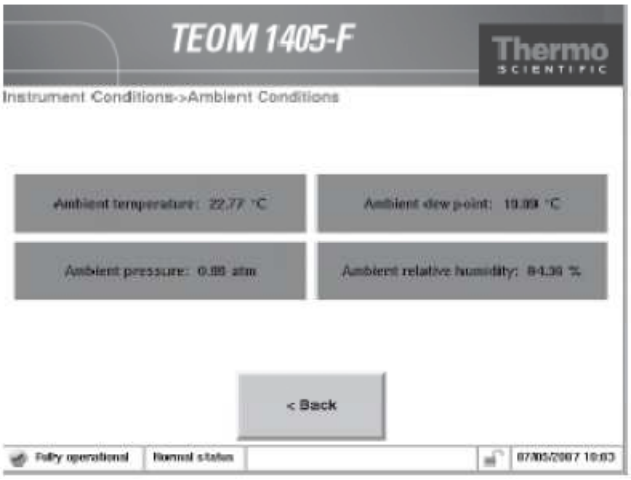


Von der Anzeige „Gerätebedingungen“ aus zugängliche Screens

Anzeige „Ambient Conditions“

In der Anzeige „Ambient Conditions“ (= Umgebungsbedingungen) (Abb. 4-10) finden Sie die aktuellen Bedingungen für das Messgerät.

Figure 4-10.
Ambient Conditions screen.



Anzeige „Umgebungsbedingungen“

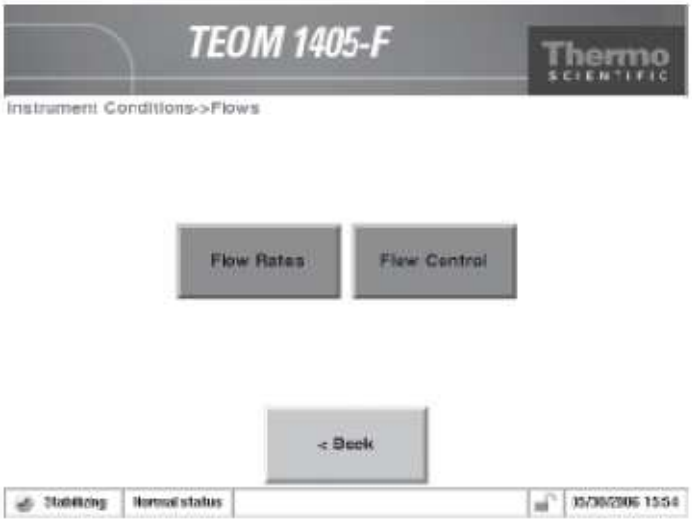
Die Anzeige umfasst folgende Informationen:

- *Ambient Temperature:* = Umgebungstemperatur. Hier finden Sie die aktuelle Umgebungstemperatur (°C) am Aufstellungsort. Der Wert kann nicht bearbeitet werden und ist nur dann korrekt, wenn der Sensor für Umgebungstemperatur/Feuchtigkeit richtig installiert wurde.
- *Ambient Pressure:* = Umgebungsdruck. Hier finden Sie den aktuellen Umgebungsdruck (atm) vor Ort. Der Wert kann ebenfalls nicht verändert werden.
- *Ambient Dew Point:* = Taupunkt. Hier wird der aktuelle Taupunktwert angezeigt (°C). Der Wert kann nicht bearbeitet werden und ist nur dann korrekt, wenn der Sensor für Umgebungstemperatur/Feuchtigkeit richtig installiert wurde.
- *Ambient Relative Humidity:* = Relative Luftfeuchte. Hier finden Sie den aktuellen Umgebungsdruck (atm) vor Ort. Der Wert kann nicht bearbeitet werden und ist nur dann korrekt, wenn der Sensor für Umgebungstemperatur/Feuchtigkeit richtig installiert wurde.

Anzeige „Flows“

Die Anzeige „Flows“ (= Durchflusswerte) (Abb. 4-11) bietet Zugang zu den Durchflussraten und der Durchflussregelung des Messgeräts.

Figure 4-11. Flows screen.



Anzeige „Durchflusswerte“

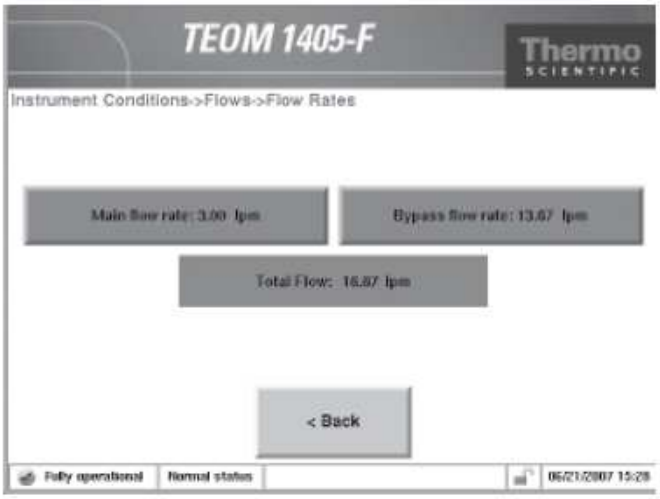
Über die Schaltfläche **„Flow Rates“** (= Durchflussraten) können Sie die Durchflussraten des Geräts anzeigen oder einstellen. Klickt man auf die Schaltfläche **„Flow Control“** (= Durchflussregelung), kann man die Normtemperatur und die Druckwerte anzeigen oder einstellen oder die aktive bzw. passive Durchflussregelung wählen.

Das Messgerät TEOM 1405-F verwendet Massendurchflussregler, um einen konstanten und genauen Durchfluss durch das Gerät zu gewährleisten. Die Massendurchflussregler verwenden die aktuellen (Einstellung: aktive Volumenstrom-Durchflussregelung) oder gemittelte (Einstellung: passive Volumenstrom-Durchflussregelung) Temperatur- und Druckwerte, um den Volumenstrom durch das System zu regeln. Bei der aktiven Durchflussregelung verwendet das Gerät die Mittelwerte für Temperatur und Druck, um den Volumenstrom durch das Gerät zu regeln. In den folgenden Abschnitten finden Sie Informationen, wie Sie Durchflussraten und Durchflussregelung einstellen können.

Anzeige „Flow Rates“

Klicken Sie in der Anzeige „Flows“ auf die Schaltfläche **„Flow Rates“** (= Durchflussraten), um in die dazugehörige Bildschirmansicht zu gelangen (Abb. 4-12). Mit Hilfe dieser Anzeige kann der Bediener die Durchflussraten für den Haupt- und den Bypass-Durchflusskanal einstellen.

Figure 4-12.
Flow Rate screen.



Anzeige „Durchflussraten“

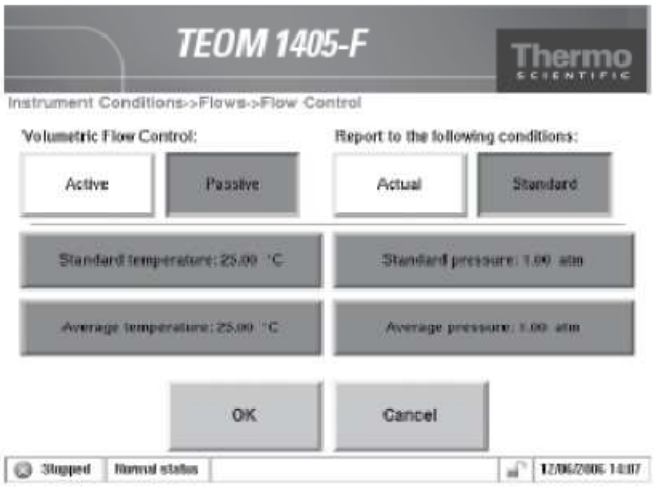
In der Anzeige „Durchflussraten“ gibt es vier Schaltflächen:

- *Main flow rate*: = Hauptdurchflussrate. Dieses Feld zeigt den den aktuellen Wert der Hauptdurchflussrate an (l/Min). Die Standardeinstellung beträgt 3 l/Min. Um den Sollwert anzuzeigen oder einzustellen, klicken Sie bitte auf diese Schaltfläche. Es erscheint dann das Tastaturfeld (Abb. 4-3). Der aktuelle Wert kann nicht verändert werden.
- *Bypass flow rate*: = Bypass-Durchflussrate. Dieses Feld umfasst den aktuellen Wert der Bypass-Durchflussrate. Die Standardeinstellung beträgt 13,67 l/Min. Um den Sollwert anzuzeigen oder einzustellen, klicken Sie bitte auf diese Schaltfläche. Es erscheint dann das Tastaturfeld (Abb. 4-3). Der aktuelle Wert kann nicht verändert werden.
- *Total flow*: = Gesamtdurchfluss. Dieses Feld beinhaltet den aktuellen Wert des Gesamtdurchflusses durch das Gerät (l/Min.). Der aktuelle Wert kann nicht verändert werden.

Anzeige „Flow Control“

Klicken Sie in der Anzeige „Flows“ auf die Schaltfläche **„Flow Control“** (= Durchflussregelung), um in die dazugehörige Bildschirmansicht zu gelangen (Abb. 4-13). Mit Hilfe dieser Anzeige kann der Bediener die Methode für die Durchflussregelung einstellen.

Figure 4-13.
Flow Control screen.



Anzeige „Durchflussregelung“

In dieser Bildschirmanzeige stehen die folgenden Schaltflächen für die Durchflussregelung zur Verfügung:

- *Volumentric Flow Control (Active or Passive):* = Volumenstrom-Durchflussregelung (aktiv oder passiv). Hier kann der Bediener zwischen der „aktiven“ (aktuelle Werte für Temperatur und Druck werden verwendet) und der „passiven“ (Mittelwerte für Temperatur und Druck werden verwendet) Durchflussregelung wählen.
- *Report to the following conditions (Actual or Standard):* = Berichtswesen / Bedingungen (Ist- oder Normbedingungen). Mit diesen Schaltflächen kann der Bediener zwischen der „Ist“ Berichterstattung (Massenkonzentration gemessen für die Ist-Probenahme durch den Einlass) oder der „Norm“ Berichterstattung (Massenkonzentration eingestellt basierend auf eingestellten Normwerten für Temperatur/Druck).
- *Standard temperature:* Normtemperatur. In diesem Feld finden Sie die Einstellung für die Normtemperatur (°C). Die Standardeinstellung beträgt 25°C. Zur Einstellung des Sollwertes bitte auf die Schaltfläche klicken. Es erscheint dann das Tastenfeld (siehe Abb. 4-3).
- *Average temperature:* = Mittelwert Temperatur. In diesem Feld (nur sichtbar bei passiver Durchflussregelung) finden Sie die Einstellung für das Temperaturmittel (°C). Die Standardeinstellung beträgt 25°C. Zur Einstellung des

Sollwertes bitte auf die Schaltfläche klicken. Es erscheint dann das Tastenfeld (siehe Abb. 4-3).

- *Standard pressure:* = Normdruck. In diesem Feld finden Sie die Einstellung für den Normdruck (atm). Die Standardeinstellung beträgt 1 atm.. Zur Einstellung des Sollwertes bitte auf die Schaltfläche klicken. Es erscheint dann das Tastenfeld (siehe Abb. 4-3).
- *Average pressure:* = Mittelwert Druck. In diesem Feld (nur sichtbar bei passiver Durchflussregelung) finden Sie die Einstellung für den Druckmittelwert (atm). Die Standardeinstellung beträgt 1 atm. Zur Einstellung des Sollwertes bitte auf die Schaltfläche klicken. Es erscheint dann das Tastenfeld (siehe Abb. 4-3).

Das Gerät wird mit den folgenden Temperatur- und Druckeinstellungen geliefert:

Normtemperatur 25°C	Standarddruck 1 atm
Mittelwert Temperatur 25°C	Mittelwert Druck 1 atm

Der Bediener muss des Weiteren wählen, wie der Durchfluss geregelt werden soll: aktiv oder passiv.

- Bei der **aktiven Durchflussregelung** werden zur Einstellung der Durchflussraten die aktuellen Umgebungswerte für Druck und Temperatur verwendet, die von den Sensoren des Messgeräts geliefert werden
- Bei der **passiven Durchflussregelung** werden vom Bediener eingegebene Werte für die Umgebungstemperatur und den Umgebungsdruck verwendet, um den Durchfluss zu regeln. Der Bediener kann nach freiem Ermessen saisonale Mittelwerte für Temperatur und Druck eingeben

Für die *aktive* Durchflussregelung klicken Sie bitte auf die Schaltfläche **„Active“** (siehe Abb. 4-13). Um die aktuellen Werte für Druck und Temperatur für die Durchflussregelung zu verwenden, muss der Temperatur-/Feuchtigkeitssensor installiert sein. Die Massendurchflussregler des Messgeräts messen den Durchfluss auf Basis der Masse. Alle größen-selektiven Probeneinlässe, einschl. des PM-10 Einlasses, werden auf Basis eines konstanten Volumenstroms betrieben.

Entscheidet sich der Bediener für die *passive* Durchflussregelung, dann bitte die Schaltfläche **„Passive“** anklicken (Abb. 4-13). Die vom Gerät verwendeten Mittelwerte für Temperatur und Druck können je nach Jahreszeit und Höhe variieren. Soll die passive

Durchflussregelung zum Einsatz kommen, dann sind vom Bediener die Mittelwerte für Temperatur und Druck manuell einzustellen (als Änderung der klimatischen Bedingungen). Normalerweise muss der Bediener den Mittelwert für den Druck für den Ort der Probenahme nur einmal einstellen (d.h. Stationsdruck – nicht auf Meereshöhe eingestellt). Der Bediener sollte jedoch in der Regel den Mittelwert für die Temperatur in regelmäßigen Abständen einstellen (oftmals 4x jährlich) entsprechend der Änderung der Mittelwerte für die Umgebungstemperatur.

Die Massenkonzentration wird basierend auf dem durch den TEOM-Einlass gesammelten Volumenstrom gemeldet. Die Meldung/Berichterstattung kann als Masse gesammelt pro Ist-Volumenstrom durch den Einlass oder als Masse pro Norm-Volumenstrom durch den Einlass erfolgen.

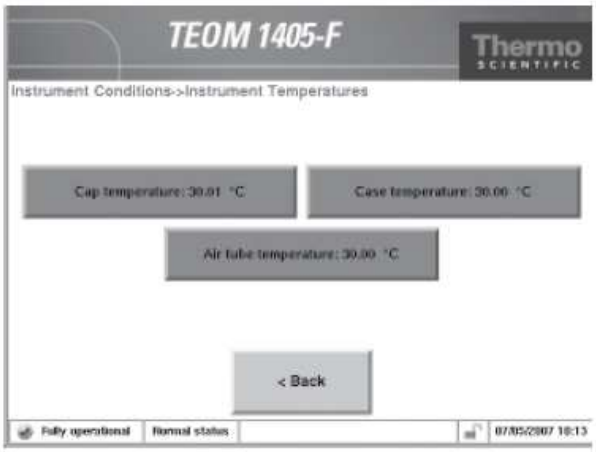
Entscheidet sich der Bediener dafür, dass die Massenkonzentrationswerte basierend auf den Ist-Bedingungen gemeldet werden, muss die Schaltfläche **„Active“** flow control (= aktive Durchflussregelung) angeklickt werden (Abb. 4-13). Das Messgerät verwendet dann die aktuelle Umgebungstemperatur und den aktuellen Umgebungsdruck für die Berechnung der Durchflussrate.

Entscheidet sich der Bediener dafür, dass die Massenkonzentrationswerte basierend auf **Norm**bedingungen gemeldet werden, dann muss der Bediener die Normwerte für Temperatur und Druck auf die entsprechenden Normregelwerte einstellen.

Anzeige „Instrument Temperatures“

In dieser Bildschirmanzeige (Abb. 4-14) finden Sie die aktuellen Temperaturwerte des Geräts.

Figure 4-14.
Instrument Temperatures screen.



Anzeige „Temperaturen / Gerät“

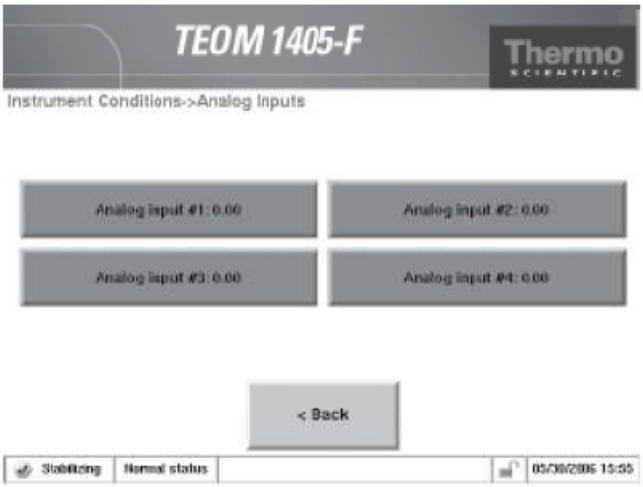
Hier stehen dem Bediener folgende Schaltflächen zur Auswahl:

- *Cap temperature*: (= Temperatur Kappe). Dieses Feld zeigt die aktuelle Temperatur (°C) der Kappe/Spitze des Massenmesswertgebers an. Die Standardeinstellung beträgt 30°C. Um den Sollwert anzuzeigen oder einzustellen, klicken Sie bitte auf diese Schaltfläche. Es erscheint dann das Tastenfeld für die Eingabe (Abb. 4-3). Diesen Wert bitten NICHT ohne vorherige Absprache mit Thermo Scientific einstellen.
- *Case temperature*: (= Temperatur Gehäuse). Dieses Feld zeigt die aktuelle Temperatur (°C) im Gehäuse des Massenmesswertgebers an. Die Standardeinstellung beträgt 30°C. Um den Sollwert anzuzeigen oder einzustellen, klicken Sie bitte auf diese Schaltfläche. Es erscheint dann das Tastenfeld für die Eingabe (Abb. 4-3). Diesen Wert bitten NICHT ohne vorherige Absprache mit Thermo Scientific einstellen.
- *Air tube temp.*: (= Temperatur Luftstrom). Dieses Feld zeigt die aktuelle Temperatur (°C) des Luftstroms an. Die Standardeinstellung beträgt 30°C. Um den Sollwert anzuzeigen oder einzustellen, klicken Sie bitte auf diese Schaltfläche. Es erscheint dann das Tastenfeld für die Eingabe (Abb. 4-3). Diesen Wert bitten NICHT ohne vorherige Absprache mit Thermo Scientific einstellen.

Anzeige „Analog Inputs“

Die Bildschirmanzeige „Analog Inputs“ (= Analogeingänge) (Abb. 4-15) liefert die aktuellen Werte des Geräts für die vier Analogeingangskanäle. Es können Werte zwischen 0-5 VDC eingestellt und in die gewünschte Anzeige konvertiert werden. Für die Konvertierung der Analogeingänge in die gewünschte Anzeige, klicken Sie bitte entsprechend auf die Schaltflächen „**Analog Input #1“**, **„Analog Input #2“**, **Analog Input #3“** oder **„Analog Input #4“.**

Figure 4-15.
Analog Inputs screen.

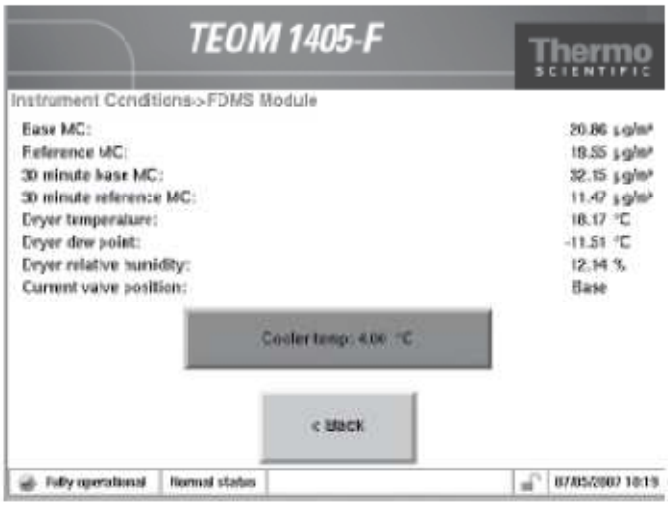


Anzeige „Analogeingänge“

Anzeige „FDMS Module“

Über die Bildschirmanzeige „FDMS Modul“ (Abb. 4-16) hat der Bediener Zugang zu den Werten, die das „Dyn. Filtermesssystem“ verwendet, um die Messungen der Massenkonzentration zu erzeugen.

Figure 4-16.
FDMS Module Screen.



Anzeige „FDMS Modul“

In dieser Anzeige findet der Bediener folgende Informationen:

- *Base MC*: = Basis MK. Anzeige des Massenkonzentrationswertes, erfasst vom TEOM-Filter während das FDMS-System getrocknete Umgebungsluft (Basis-Luftstrom) durch die Probenahmeleitungen saugt. Dieser Wert ist ein gleitender 1-Std. Mittelwert, der alle 6 Minuten aktualisiert wird.
- *Reference MC*: = Referenz MK. Anzeige des Massenkonzentrationswertes, erfasst vom TEOM-Filter während das FDMS-System getrocknete, gefilterte und gekühlte Umgebungsluft (Referenz-Luftstrom) durch die Probenahmeleitungen saugt. Dieser Wert ist ein gleitender 1-Std. Mittelwert, der alle 6 Minuten aktualisiert wird.
- *30-minute base MC*: = 30-Min. Basis MK. Anzeige des Massenkonzentrationswertes, erfasst vom TEOM-Filter während das FDMS-System getrocknete Umgebungsluft (Basis-Luftstrom) durch die Probenahmeleitungen saugt. Dieser Wert ist ein gleitender 30.-Min.-Mittelwert, der alle 6 Minuten aktualisiert wird.
- *30-minute reference MC*: = 30-Min. Referenz MK. Anzeige des Massenkonzentrationswertes, erfasst vom TEOM-Filter während das FDMS-System getrocknete, gefilterte und gekühlte Umgebungsluft (Referenz-Luftstrom) durch die saugt. Dieser Wert ist ein gleitender 30.-Min.-Mittelwert, der alle 6 Minuten aktualisiert wird.

- *Dryer temperature*: = Temperatur Trockner. Anzeige der Trockner-Temperatur für den Durchflusskanal.
- *Dryer dew point*: = Taupunkt Trockner. Anzeige des aktuellen Taupunkts des Luftstroms (bei Austritt aus dem Trockner) des Durchflusskanals.
- *Dryer relative humitdy*: = Relative Luftfeuchte Trockner. Anzeige der aktuellen, relativen Luftfeuchte des Luftstroms (bei Austritt aus dem Trockner) des Durchflusskanals.

Um die Temperatur (°C) des FMDS-Kühlers zu ändern, klicken Sie bitte auf die Schaltfläche **„Cooler temp“.**

Einstellung FMDS-Kühlertemperatur

Die Standardeinstellung für die Temperatur des FDMS-Kühlers beträgt 4°C. Ist der Taupunkt der Probenahmeströme größer als 2°C, wird eine Status-Warnmeldung ausgegeben. Überprüfen und kontrollieren Sie in diesem Fall die Leistung der Trockner.

Unter bestimmten Umgebungsbedingungen reicht die Kapazität der Trockner nicht aus, um den Probenahmeströmen die Feuchtigkeit zu entziehen. This führt zu einem hohen Taupunkt. Eine hohe Umgebungstemperatur, hohe Luftfeuchtigkeit oder beides kann dafür verantwortlich sein. Wenn die hohe Temperatur oder Feuchtigkeit so hoch ist, dass der Taupunkt der Probenahmeströme 0°C überschreitet, empfiehlt Thermo Fisher Scientific die Kühlertemperatur auf einen Sollwert von 10°C für den Betrieb bei hoher Umgebungstemperatur oder Feuchtigkeit einzustellen. Dies geschieht durch Einstellen der Kühlertemperatur auf 10°C zu Beginn einer typischen Kalenderperiode, wenn diese Bedingungen vorherrschen, und durch Zurücksetzen der Kühlertemperatur auf 4°C am Ende der Kalenderperiode.

Wenn Sie die Temperatur von 4°C auf 10°C ändern möchten, bitte wie folgt vorgehen:

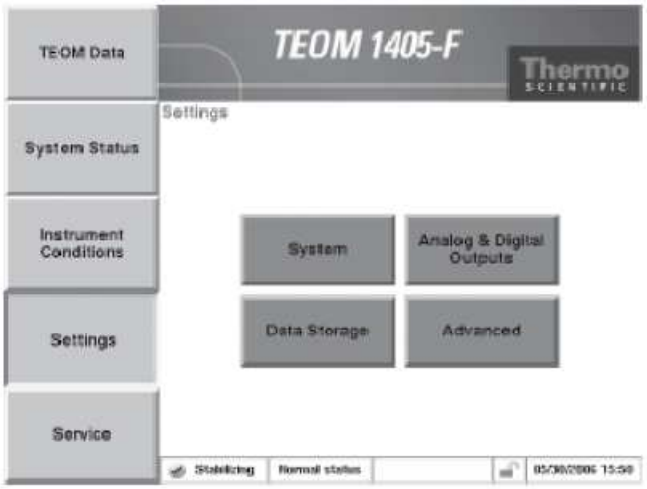
1. Entfernen Sie die TEOM-Probenahmefilter
2. Reinigen Sie den Kühler wie in Kapitel 5 beschrieben
3. Ändern Sie die Kühlertemperatur von 4°C auf 10°C
4. Installieren Sie die neuen TEOM-Probenahmefilter

Das Gerät ist nun für die Probenahme bereit. Wenn Sie die Kühlertemperatur von 10°C auf 4°C ändern sind die oben genannten Schritte nicht notwendig.

Anzeige „Settings“

Klickt man im Hauptfenster auf die Schaltfläche „Settings“ (= Einstellungen) erscheint das zugehörige Fenster (Abb. 4-17). Der Bediener hat nun Zugriff auf die System-, Daten- und erweiterten Einstellungen des Messgeräts.

Figure 4-17.
Settings screen.

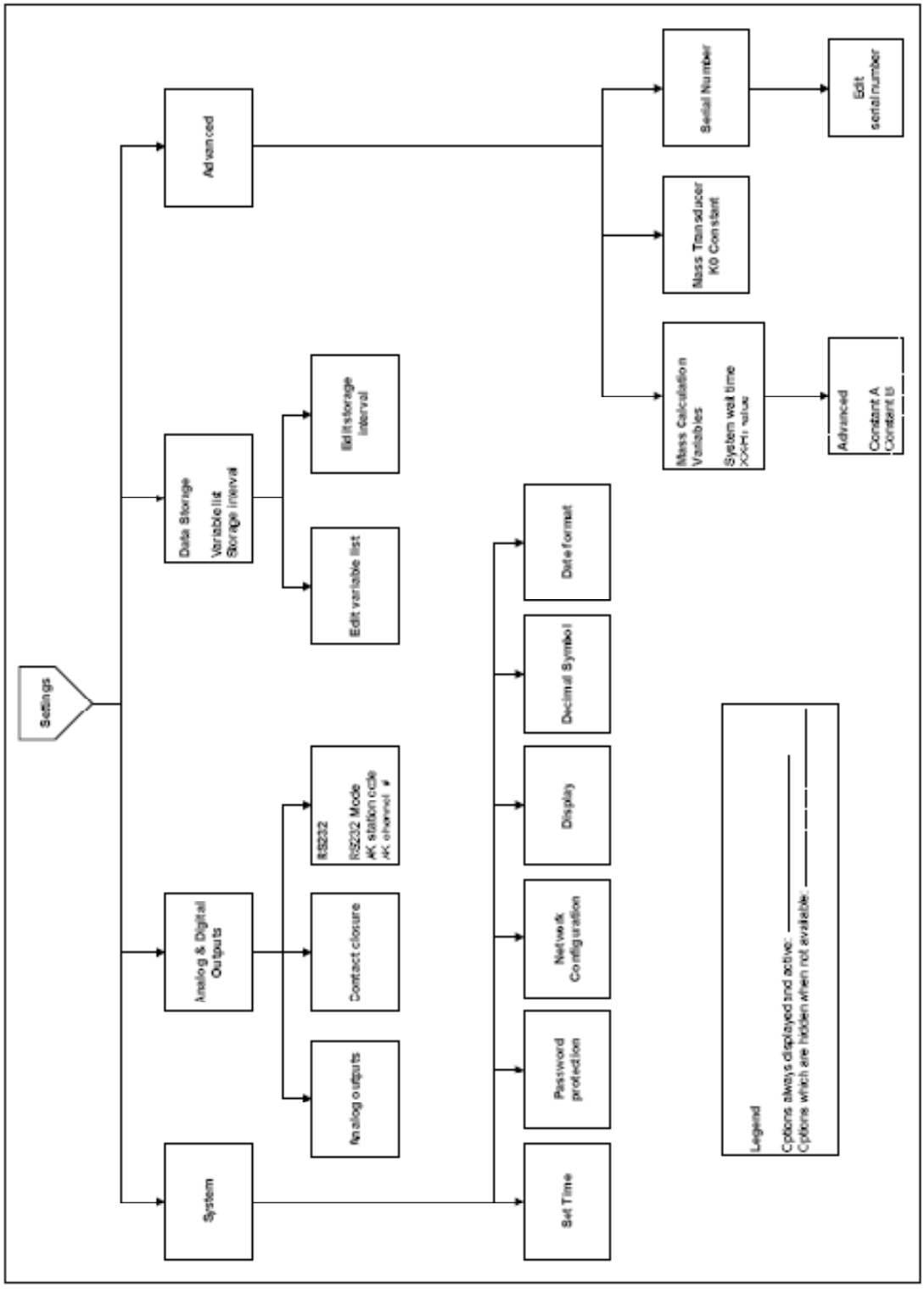


Anzeige „Einstellungen“

Klicken Sie in der Anzeige „Settings“ (= Einstellungen) auf die Schaltflächen **„System“** (= System), **„Analog& Digital Outputs“** (= Analog & Digitalausgänge), **„Data storage“** (= Daten speichern) und **„Advanced“** (= Erweitert), um in die entsprechenden Detailansichten zu gelangen (Abb. 4-18).

Hinweis: Weitere Infos über die Schaltfläche „Data Storage“ (= Daten speichern), um die Variablen entsprechend auszuwählen, finden Sie in Kapitel 3.

Figure 4-18.
Screens accessible through the Settings button.

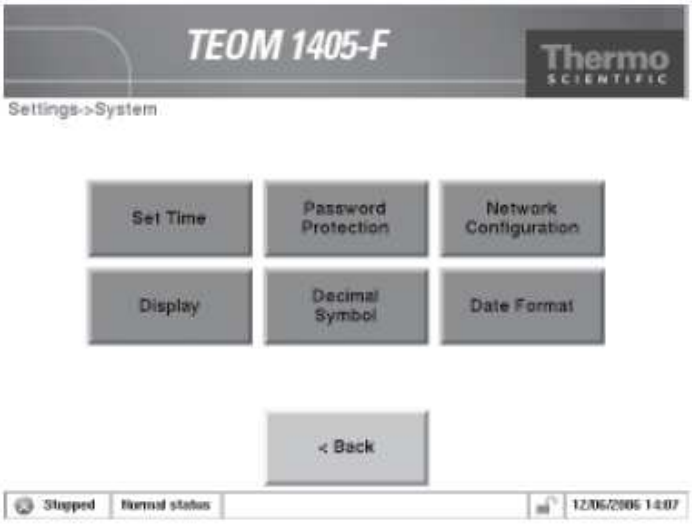


Über die Schaltfläche „Settings“ zugängliche Screens

Anzeige „System“

In dieser Bildschirmansicht (Abb. 4-19) kann der Bediener die Grundkonfiguration des Messgeräts einstellen.

Figure 4-19.
System screen.



Anzeige „System“

In dieser Bildschirmansicht stehen dem Bediener folgende Schaltflächen zur Verfügung:

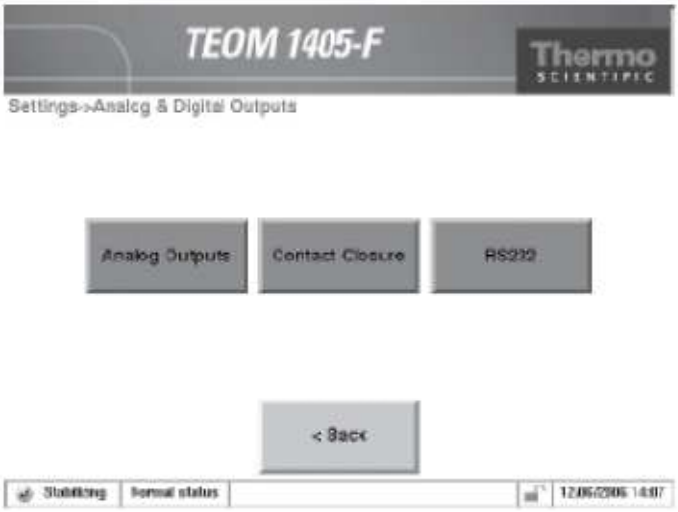
- *Set Time:* = Zeit einstellen. Zur Eingabe von Uhrzeit und Datum klicken Sie auf **„Set Time“.**
- *Password Protection:* = Passwortschutz. Über diese Schaltfläche kann der ‚Bediener den Modus „High Lock“ oder „Low Lock“ initiieren. Im Modus „Low Lock“ kann der Bediener alle Geräteansichten anzeigen und den Betriebsmodus ändern, um einen Filterwechsel durchzuführen. Wählt man den „High Lock“ Modus, kann der Bediener nur den „TEOM Daten“ Screen anzeigen. Über diese Schaltfläche kann der Bediener auch das Passwort einstellen.
- *Network Configuration*: = Konfiguration Netzwerk. Über diese Schaltfläche kann der Bediener festlegen, ob die IP-Adresse des Geräts automatisch ausgewählt oder manuell eingegeben wird. Möchte der Bediener eine IP-Adresse festlegen, muss er die korrekte IP-Adresse und die Subnet-Maske des Systems eingeben.
- *Display*: = Display. Mit Hilfe dieser Schaltfläche kann man den bevorzugten Anzeigemodus für die Geräteanzeigen wählen: weißer Hintergrund mit schwarzer Schrift oder schwarzer Hintergrund mit weißem Text.

- *Decimal Symbol*: = Dezimalzeichen. Über diese Schaltfläche kann man wählen, ob die Dezimalstellen mit einem Punkt („.“) oder Komma („,“) abgetrennt werden. Ein Neustart des Geräts ist erforderlich, damit die Änderung übernommen wird.
- *Date Format*: = Format Datum. Mit Hilfe dieser Schaltfläche kann man das Darstellungsformat für das Datum wählen: „Monat/Tag/Jahr“ oder „Tag/Monat/Jahr“. Ein Neustart des Geräts ist erforderlich, damit die Änderung übernommen wird.

Anzeige „Analog & Digital Outputs“

Die Anzeige „Analog- & Digitalausgänge“ (Abb. 4-20) ermöglicht es dem Bediener, die Grundparameter für das Messgerät einzustellen.

Figure 4-20.
Analog & Digital Outputs screen.



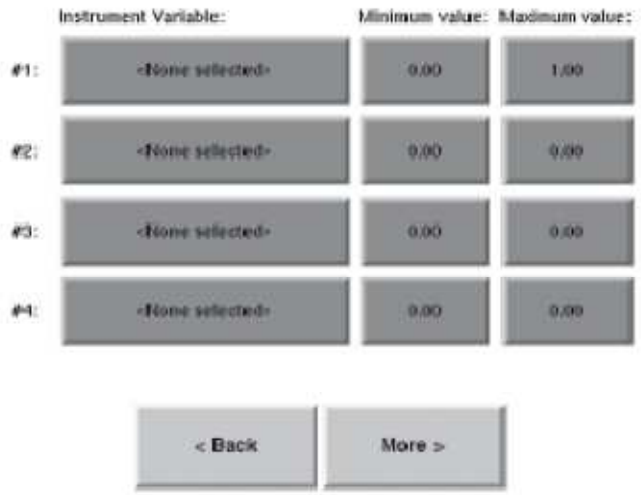
Anzeige „Analog & Digitalausgänge“

In der Anzeige „Analog- & Digitalausgänge“ können Sie über die Schaltflächen **„Analaog Outputs“** (= Analogausgänge) oder **„Contact Closure“** (= Kontaktschluss), die Funktionen Analogausgänge und Kontaktschluss einstellen. Über die Schaltfläche **„RS232“** kann der Bediener das Gerät für serielle Verbindungen mit RPComm oder andere Programme mit AK Protokoll einstellen.

Anzeige „Analog Outputs“

Über die Schaltfläche **„Analog Outputs“** (= Analogausgänge) gelangen Sie in die entsprechende Anzeige (Abb. 4-21). Hier kann der Bediener über die entsprechenden Schaltflächen eine Variable auswählen und einen min. und max. Ausgangswert für den gewünschten Ausgangskanal (1-8) einstellen. Informationen zur Kalibrierung der Analogausgänge finden Sie in Kapitel 5.

Figure 4-21. Analog Outputs screen.

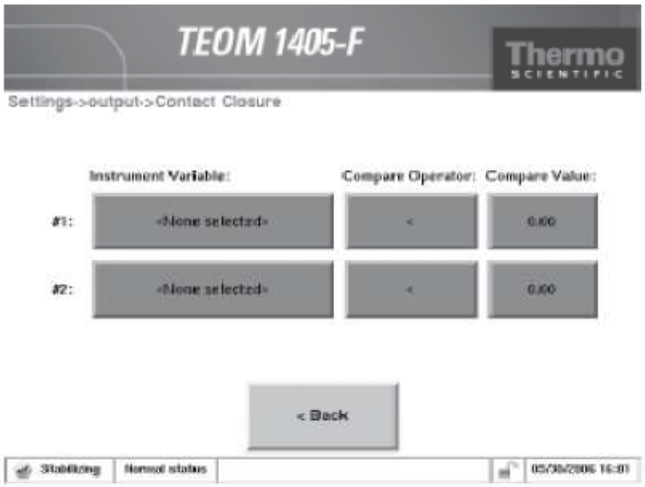


Anzeige „Analogausgänge“

Anzeige „Contact Closure“

Über die Schaltfläche **„Contact Closure“** (= Kontaktschluss) gelangt man in die entsprechende Anzeige (Abb. 4-22). Hier kann man über die Schaltflächen einen Variablen-, Bedien- und einen Vergleichswert für den gewünschten Kontaktschlusskanal auswählen.

Figure 4-22.
Contact Closure screen.

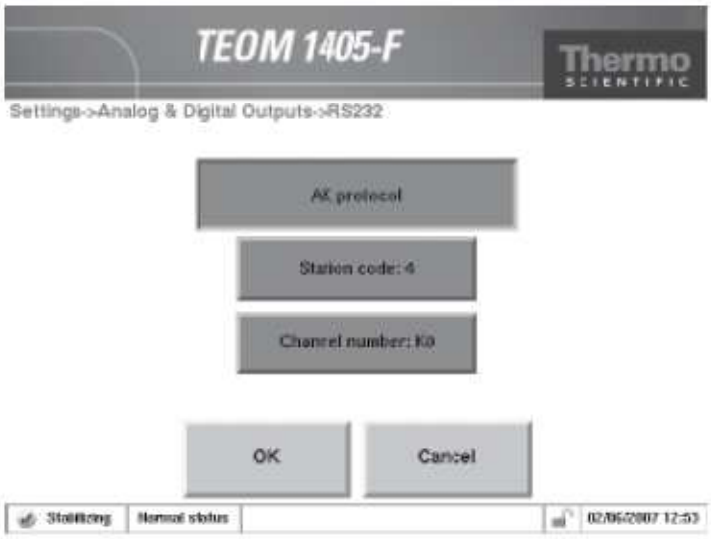


Anzeige „Kontaktschluss“

Anzeige „RS 232“

Über die Schaltfläche **„RS 232“** gelangt man in die entsprechende Anzeige (Abb. 4-23). Hier kann der Bediener den seriellen Port für die Kommunikation mit RP Comm Software oder das AK Protokoll einstellen.

Figure 4-23. RS232 screen.

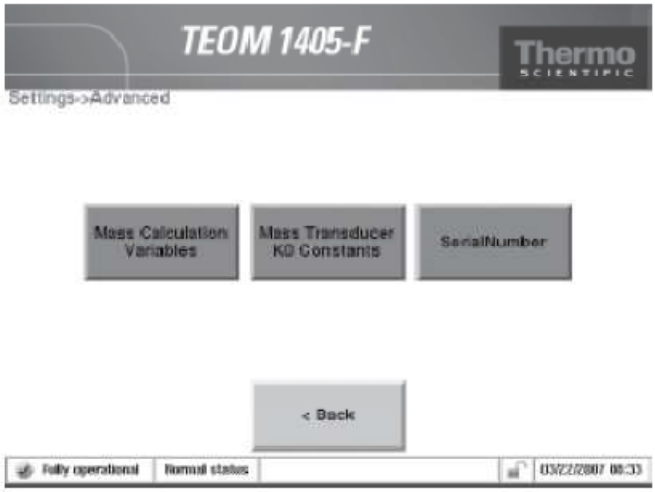


Anzeige „RS 232“

Anzeige „Settings Advanced“

Klickt man auf die Schaltfläche **„Advanced“** (= Erweitert) gelangt man in die dazugehörige Bildschirmanzeige (Abb. 4-24), die es dem Bediener ermöglicht, die erweiterten Einstellungen für das Gerät vorzunehmen.

Figure 4-24.
Advanced Screen



Anzeige „Erweitert“

Klicken Sie im Bildschirm „Erweitert“ auf die Schaltfläche **„Mass Calculation Variables“** (= Variablen Massenberechnung), **„Mass Transducer“** (= Massenmesswertgeber) oder **„Serial Number“** (= Seriennummer), um die erweiterten Frequenzparameter einzustellen, die K0 Konstanten oder die Seriennummer zu überprüfen.

Über die Schaltfläche **„Serial Number“** (= Seriennummer) gelangen Sie in die Anzeige „Seriennummer“. Hier wird die Seriennummer des Geräts angezeigt. Diesen Wert bitte nicht EINSTELLEN.

Die Anzeige der „Variablen Massenberechnung“ erreichen Sie über die Schaltfläche **„Mass Calculation Variables“**.

Hier stehen die folgenden Schaltflächen zur Verfügung:

- *System wait time*. In diesem Feld finden Sie den Zeitraum (in Sek.) in der die Temperatur und die Durchflussraten bleiben müssen (innerhalb eines Bereichs um ihren Sollwert), bevor das Gerät vom Modus „Stabilisierung“ in den Modus „Datenerfassung“ wechselt. Die Standardeinstellung beträgt 1800 Sekunden. Um den Sollwert einzustellen, klicken Sie bitte auf die Schaltfläche, um das Tastenfeld einzublenden.

Hinweis: Thermo Scientific empfiehlt dem Bediener die Wartezeit auf 1000 Sekunden oder mehr einzustellen, um Schäden am Gerät zu vermeiden und genaue Datenberichte zu gewährleisten.

- *Frequency gate time*. Die Grundlage für eine Massenänderung ist die Rohfrequenz. Diese Rohfrequenz wird berechnet, indem man die Anzahl Zyklen einer sehr stabilen 10 MHz Uhr mit der Anzahl Zyklen des konisch

zulaufenden Elements (TE = tapered element) vergleicht. Die Gatezeit steuert, wie oft der Vergleich durchgeführt wird. Um den Sollwert einzustellen, klicken Sie auf die Schaltfläche zum Einblenden des Tastenfelds. Diesen Wert bitte NICHT ohne vorherige Absprache mit Thermo Scientific EINSTELLEN.

- *Frequency wait time*. Dieses Feld zeigt das Intervall (in Sek.) nach einem Positionswechsel des Ventils an, bevor das Gerät mit der Erfassung der Frequenzdaten beginnt. Standardmäßig ist ein Wert von 90 Sekunden eingestellt. Um den Sollwert einzustellen, klicken Sie auf die Schaltfläche zum Einblenden des Tastenfelds. Diesen Wert bitte NICHT ohne vorherige Absprache mit Thermo Scientific EINSTELLEN.
- *Equivalency Designation.* Für zukünftigen Gebrauch reserviert.
- *XX-HrMC*. In diesem Feld finden Sie die XX-HrMC Parameter. Dieser Wert bietet dem Bediener eine Auswahl von Mittelwerten (Stunden), die im Hauptbildschirm angezeigt werden. Standardmäßig ist hier 8 als Parameterwert eingestellt, d.h. das Messgerät berechnet 8-Std. Mittelwerte. Der Bediener kann einen beliebigen Mittelwert größer als 1 Stunden (immer Wert einer vollen Stunde) einstellen. Um den Sollwert einzustellen, klicken Sie auf die Schaltfläche zum Einblenden des Tastenfelds.

Über die Schaltfläche **„Mass Transducer K0 Constants“** (= K0 Konstanten Massenmesswertgeber) gelangen Sie in die gleichnamige Bildschirmanzeige.

Hier finden Sie folgende Informationen:

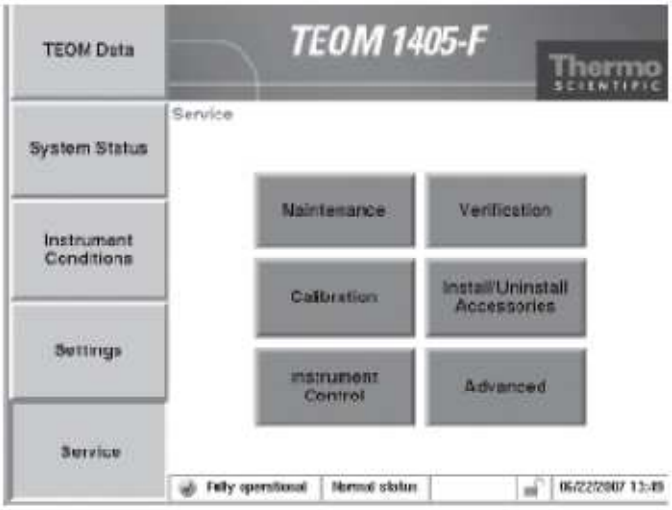
- *TEOM K0*. Hier wird die Kalibrierkonstante, K_0 (K0)(Kapitel 1) für das TEOM angezeigt.

Hinweis: Sie finden die K0 Angaben Ihres Messgeräts auf dem Aufkleber des Massenmesswertgebers. Jedes TEOM 1405-F Messgerät hat einen eindeutigen K0 Wert für das TEOM. Die in der Anzeige „K0 Konstanten Massenmesswertgeber“ aufgelisteten Konstanten müssen mit den Werten auf dem Aufkleber übereinstimmen. Falls nicht, sind die Massenkonzentrationsdaten falsch. Um die Werte einzustellen, klicken Sie auf die Schaltfläche zum Einblenden des Tastenfelds.

Anzeige „Service“

Durch Anklicken der Schaltfläche „Service“ gelangt man die Bildschirmanzeige „Service“ (Abb. 4-25). Hier hat der Bediener Zugang zu Wartungs- und Prüfassistenten sowie zu erweiterten Werkzeugen zur Fehlerbehebung und zum Service.

Figure 4-25. Service screen.

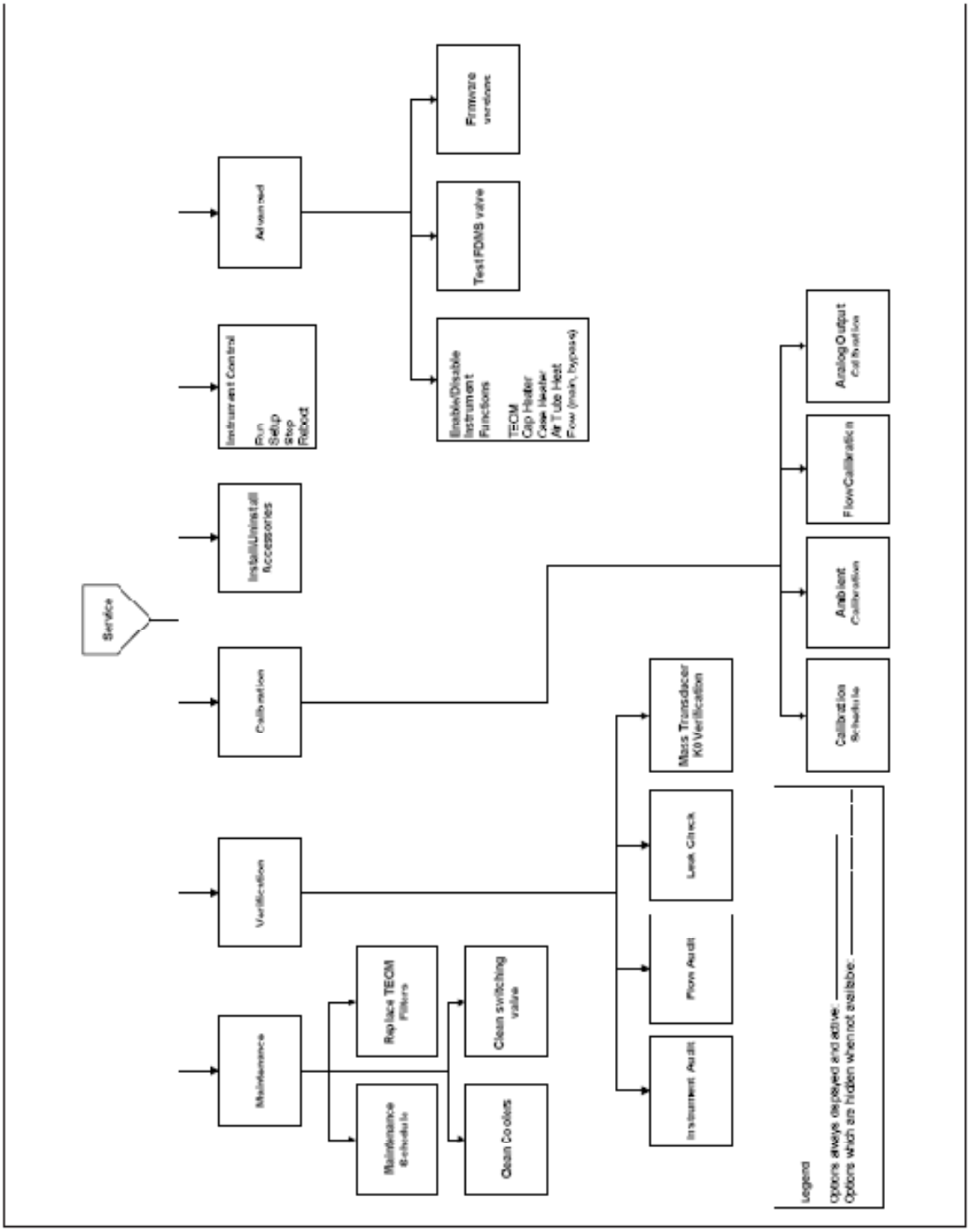


Anzeige „Service“

In der Bildschirmanzeige „Service“ stehen dem Bediener die Schaltflächen **„Maintenance“** (= Wartung), **„Verification“** (= Prüfung), **„Calibration“** (= Kalibrierung), **„Install/Uninstall Accessories“** (= Zubehör installieren/deinstallieren) sowie **„Instrument Control“** (= Gerätesteuerung) zur Verfügung, um in die jeweiligen Screens zu gelangen (Abb. 4-26).

Hinweis: Weitere Informationen über die Bildschirmanzeigen Wartung, Überprüfung, Kalibrierung, Installieren/deinstallieren von Zubehör und andere Screens erhalten Sie in Kapitel 5.

Figure 4-26.
Screens accessible through the Service screen.



Über die Anzeige „Service“ zugängliche Screens

Anzeige „Instrument Control“

Über die Schaltfläche **„Instrument Control“** (= Gerätesteuerung/-bedienung) gelangt man in die gleichnamige Bildschirmanzeige (Abb. 4-27). Hier kann der Bediener die Betriebsart für das Gerät ändern und das Gerät neu starten bzw. herunterfahren.

Figure 4-27.
Instrument Control screen.

Anzeige „Gerätesteuerung/-bedienung“

Von dieser Bildschirmanzeige aus kann man über die Schaltflächen **„Run“**, **„Setup“**, **„Stop“**, **„Reboot“** oder **„Shut down“** den Betriebsmodus des Geräts ändern.

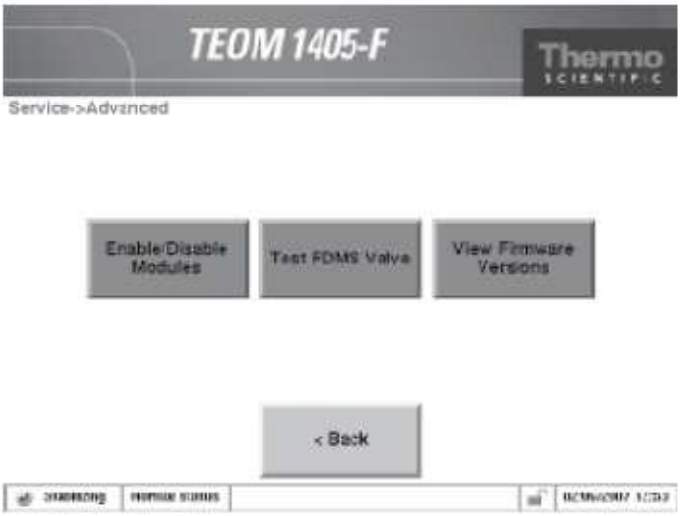
Dem Bediener stehen folgende Schaltflächen zur Verfügung:

- *Run.* (= Ausführen). Über dieses Gerät kehrt das Gerät wieder in den normalen Betriebsmodus zurück (voll betriebsbereit). Weitere Infos über Betriebsarten finden Sie zu Beginn dieses Kapitels.
- *Setup.* (= Setup). Über diese Schaltfläche erreicht man den Setup-Modus. Weitere Infos über Betriebsarten finden Sie zu Beginn dieses Kapitels.
- *Stop*. (= Stopp). Klickt man auf diese Schaltfläche, gelangt man manuell in den Modus “Alles anhalten”. Weitere Infos über Betriebsarten finden Sie zu Beginn dieses Kapitels.
- *Reboot*. (= Neustart). Das Anklicken dieser Schaltfläche führt zu einem SOFORTIGEN Neustart des Geräts. Klickt man auf diese Schaltfläche, kehrt das Gerät in den Modus „Stabilisierung“ zurück und benötigt die komplette Warmlaufphase, bevor es wieder mit der Datenerfassung beginnen kann.

Anzeige „Service Advanced“

Über die Schaltfläche **„Advanced“** (= erweitert) gelangt man in die gleichnamige Bildschirmanzeige (Abb. 4-28). Hier kann der Bediener manuell den Status, die Temperatur- oder Durchflusswerte vieler Gerätekomponenten einstellen.

Figure 4-28. Advanced screen.



Anzeige „Erweitert“

Das Anpassen dieser Einstellungen ist qualifiziertem Servicepersonal vorbehalten. Bevor Sie eine dieser Einstellungen anpassen, bitte Thermo Scientific kontaktieren.

Neue Firmware installieren

Wenn das Messgerät neue Firmware benötigt, kann ein Update auf zwei Wege erfolgen: mit Hilfe der ePort Software oder über USB-Stick. Wie Sie die ePort Software installieren und starten können ist in Kapitel 3 beschrieben. Neue Versionen der TEOM 1405-F Gerätesoftware werden regelmäßig auf CD oder in der Online-Bibliothek auf der Website www.thermo.com/aqi zur Verfügung gestellt.

Im nun folgenden Abschnitt finden Sie Anweisungen zur Installation neuer Firmware über ePort. Im darauffolgenden Abschnitt finden Sie Informationen zur Installation über USB-Stick.

Installation neuer Firmware über ePort:

1. Laden Sie die neue Firmware-Datei vom Internet auf einen PC oder suchen Sie die Update-Version auf der CD. Notieren Sie sich den Dateinamen.
2. Vergewissern Sie sich, dass PC und Gerät am selben Netzwerk angeschlossen sind (über Ethernet-Anschluss auf der Geräterückseite). Informationen über den Anschluss eines Geräts an ein Netzwerk finden Sie in Kapitel 3.
3. Aktualisieren, lokalisieren und halten Sie die IP Adresse in der Anzeige „Systemstatus“ fest (Abb. 4-29).

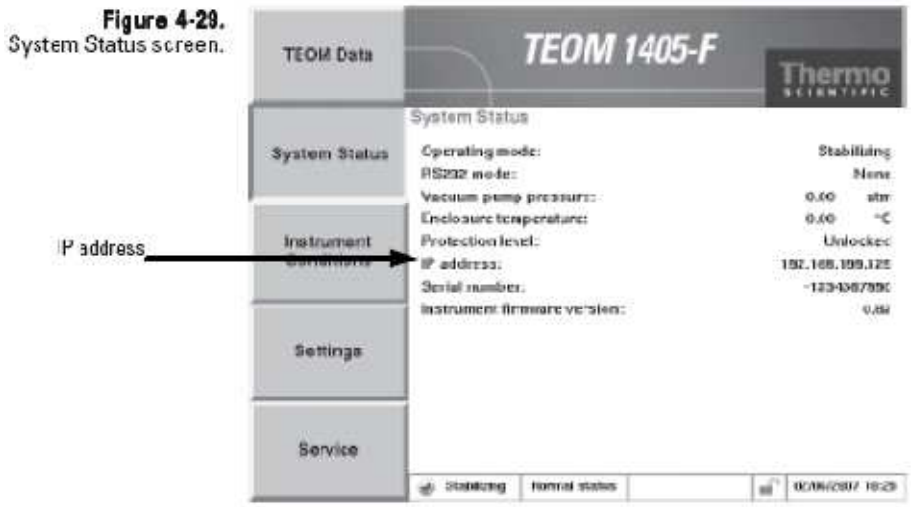


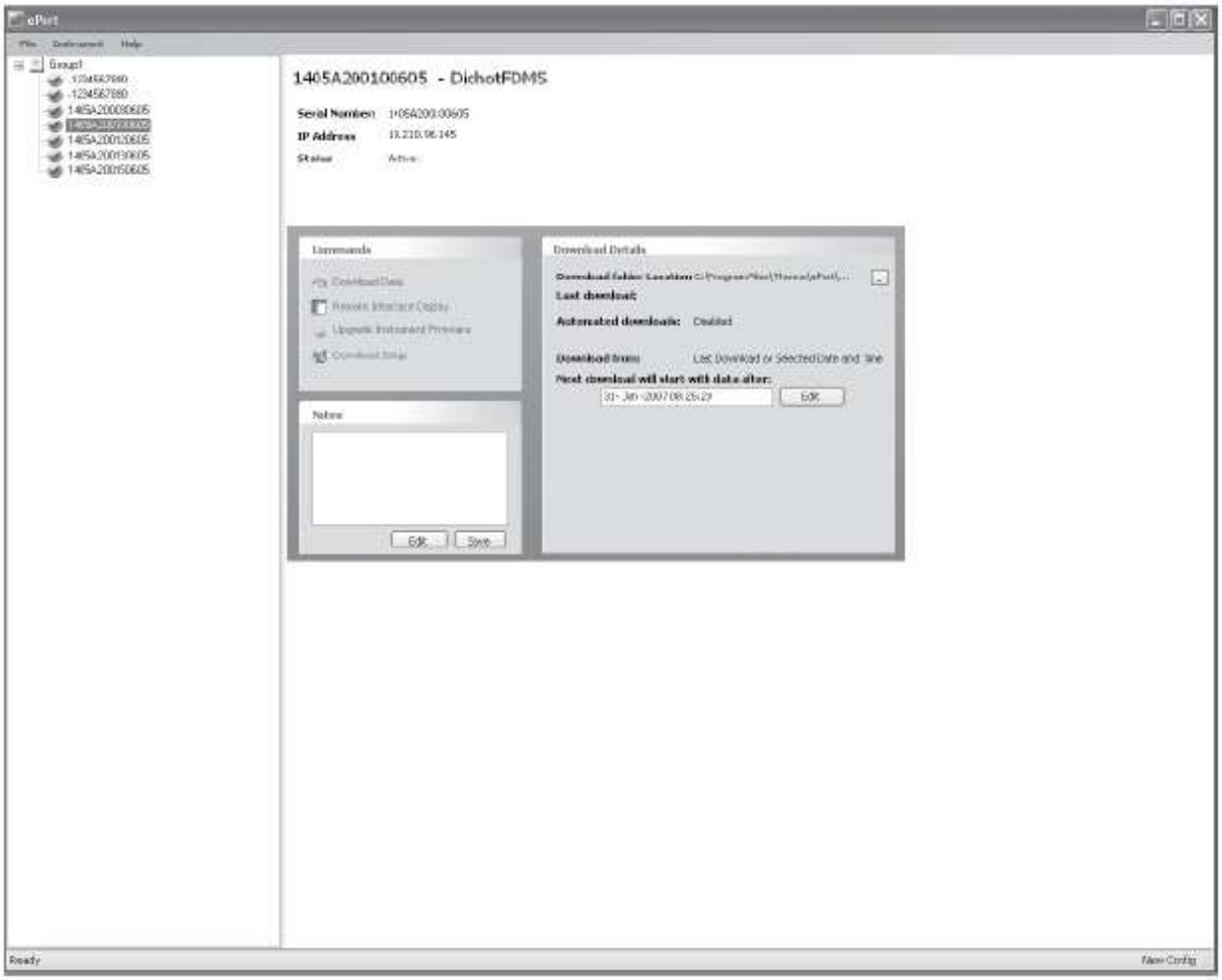
Figure 4-29. System Status screen.

Anzeige „Systemstatus“

IP address	IP-Adresse

4. Schließen Sie das Messgerät über die ePort Software an (siehe Kapitel 3 für weiterführende Informationen).
5. Wählen Sie im ePort Hauptfenster (Abb. 4-30) die Option „Upgrade Instrument Software“ (= Upgrade Gerätesoftware).

Figure 4-30.
ePort Main screen.



ePort Hauptfenster

Hinweis: Während des Hochladens werden keine Daten erfasst und es wird ein Neustart des Geräts durchgeführt.

6. Der Thermo 1405 Installationsassistent erscheint auf dem Bildschirm (Abb. 4-31) Klicken Sie hier auf die Schaltfläche **„Next >“** (= Weiter).

Figure 4-31.
Thermo 1405 Installer screen.

Thermo 1405 Installer
Welcome to the Thermo 1405 Installer
1405
Installer
This wizard will guide you through the process of installing new software on your Thermo instrument.
All configuration data will be restored. All other stored data will be erased.
Thermo
SCIENTIFIC
Note: This application calls 7-Zip, an archive utility licensed under the GNU LGPL. The source code for 7-Zip can be downloaded from www.7-zip.org
Next >
Cancel

Thermo 1405 Installationsassistent

7. Es erscheint die Anzeige „Software File“. Klicken Sie auf die Schaltfläche „Browse“ (= Durchblättern), um die Datei auf der CD zu finden und auszuwählen, die von der Thermo Scientific Homepage heruntergeladen wurde. Bei Firmware-Updates über die ePort Software heißt die Datei etx.dichotFDMS_ePort.rc. Wird die Datei ausgewählt, dann erscheint Sie im Fenster unter „Choose the File to Upload“ (= Datei zum Hochladen auswählen). Klicken Sie nun auf die Schaltfläche **„Next >“** (= Weiter).

8. Es erscheint das Fenster „Upload Software“ (= Software hochladen) (Abb. 4-32). Die Software führt einen Neustart des Geräts durch und installiert dann die Firmware. Klicken Sie nach Abschluss auf die Schaltfläche „Next >“ (= Weiter).

Figure 4-32.
Upload Software screen

Anzeige „Upload Software“

Hinweis: Das Hochladen der neuen Firmware kann einige Minuten dauern und hängt von der Geschwindigkeit des PCs und der Geschwindigkeit des Netzwerks ab. Während des Hochladens erscheint im Display des TEOM 1405-F eine Meldung und anschließend ein scrollender Cursor als Fortschrittsanzeige.

9. Es erscheint das Fenster „Software Upload Completed“ (= Software-Upload abgeschlossen) (Abb. 4-33). Klicken Sie hier auf die Schaltfläche „Finish“ (= Beenden). Schließen Sie dann die ePort Software und kehren Sie in den Normalbetrieb zurück.

Figure 4-33. Software Upload Completed screen.

Anzeige „Upload Software abgeschlossen“

Hinweis: Nach dem Hochladen der Firmware wird das Gerät automatisch neu gestartet.

Installation neuer Firmware über USB-Stick:

Hinweis: Um die Firmware des Messgeräts über USB-Stick aktualisieren zu können, muss auf dem Gerät die Firmware Version 1.51 oder höher installiert sein. Setzen Sie sich mit Thermo Fisher Scientific in Verbindung, wenn eine frühere Version installiert ist. Aktualisiert man die Firmware über die ePort Software, existiert diese Beschränkung nicht.

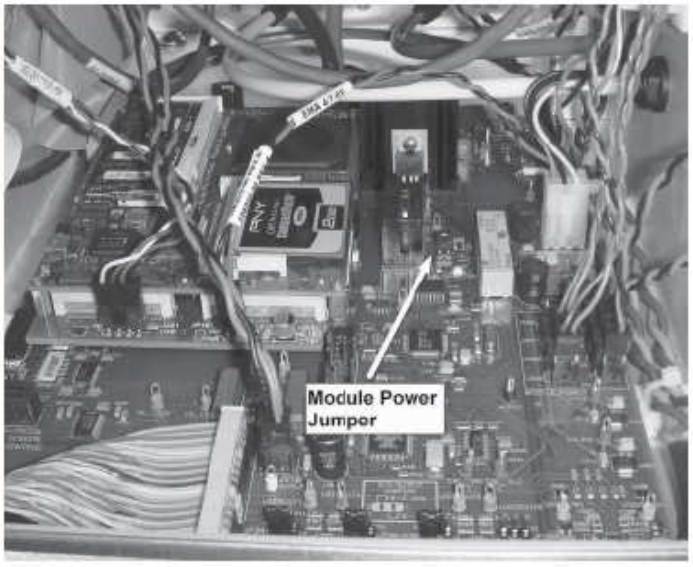
Wenn Sie ein Firmware-Upgrade über den USB-Port durchführen möchten, müssen Sie zunächst die dazu notwendigen Dateien in das Stammverzeichnis des USB-Sticks kopieren. Folgende Dateien werden benötigt:

Etx_dichotFDMS.tar
Etx_dichotFDMS. Kernel
Ext_dichotFDMS_USB.rc

1. Notieren Sie sich alle wichtigen Informationen über die Gerätekonfiguration wie z.B. K0-Werte, Seriennummer des Geräts, Einstellungen zur Datenspeicherung, etc.
2. Schalten Sie das Messgerät aus.
3. Öffnen Sie die Frontabdeckung, dies das Display des Messgeräts beherbergt.
4. Vergleichen Sie die Innenseite des Messgeräts mit der folgenden Abbildung. Entspricht die Interface-Karte der Abbildung, fahren Sie mit Schritt Nr. 4 fort. Handelt es sich beim Geräte um eine aktualisierte Version, schließen Sie die Frontabdeckung wieder und fahren Sie mit Schritt Nr. 6 fort. Eine Update-Version der Interface-Karte hat am vorderen Rand der Karte den Schriftzug „Thermo Fisher Scientific“.
5. Suchen Sie den Power-Jumper auf der Interface-Karte wie in Abb. 4-34 dargestellt und stecken Sie einen Jumper über die Pins. (Ein Analogeingangs-Jumper kann vorrübergehend für diesen Zweck verwendet werden).
6. Stecken Sie den USB-Stick ein und schalten Sie das Gerät ein.
7. Das Gerät sucht automatisch die notwendigen Dateien auf dem USB-Stick und installiert diese und aktualisiert die Geräte-Firmware.

8. Am Ende des Update-Vorgangs macht das Gerät eine Pause von ca. 20 Sekunden, bevor ein weißer Bildschirm erscheint. Ziehen Sie den USB-Stick wieder ab. Das Gerät führt automatisch einen Neustart durch, um die Firmware-Installation abzuschließen.
9. Sollten Sie einen Jumper – wie unter Punkt 4 beschrieben – installiert haben, bitte das Gerät ausschalten und den Jumper wieder abziehen. Wurde ein Analogeingangs-Jumper verwendet, diesen bitte wieder in die Ausgangsstellung zurücksetzen. Schließen Sie die Frontabdeckung und schalten Sie das Gerät ein.
10. Überprüfen Sie, ob die Geräteeinstellungen beibehalten wurden (inkl. Seriennummer und K0). Falls erforderlich, geben Sie diese Werte bitte wieder ein.
11. Thermo Fisher Scientific empfiehlt, nach einem Update der Firmware eine Kalibrierung der Temperaturen, des Drucks und der Durchflusswerte durchzuführen. Genaue Anweisungen zur Kalibrierung finden Sie in Kapitel 5.

Figure 4-34. Interface Board.



Interface-Karte

Wartung und Kalibrierung

Regelmäßige Wartung

Thermo Scientific empfiehlt, die im Folgenden aufgelisteten, regelmäßigen Wartungsarbeiten am TEOM 1405-F durchzuführen:

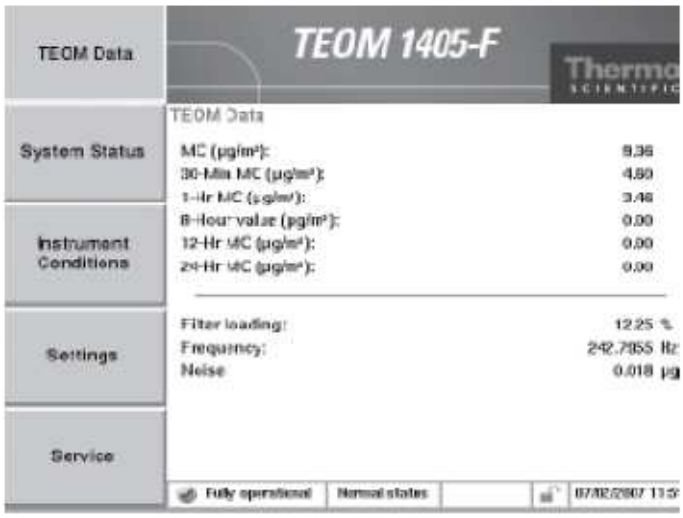
Trockner ersetzen / überholen	Den FDMS Trockner einmal jährlich oder nach Bedarf austauschen bzw. einer Generalüberholung unterziehen. Siehe Seite 5-3.
TEOM Filter ersetzen	TEOM Filter tauschen, wenn die Filterbeladung (siehe Anzeige im Hauptfenster) nahe 100% ist oder alle 30 Tage.
47mm Filter tauschen	Ersetzen Sie die 47 mm Filter immer wenn Sie den TEOM Filter tauschen (alle 30 Tage).
Probeneinlass reinigen	Reinigen Sie den auf dem Stativ montierten Probeneinlass jedes Mal, wenn Sie den TEOM Filter tauschen (alle 30 Tage).
Inline-Filter ersetzen	Ersetzen Sie den Hauptdurchfluss- sowie den Bypass-Inline-Filter alle 6 Monate oder nach Bedarf.
Kühler reinigen	Reinigen Sie die Kühler einmal jährlich oder nach Bedarf.
Umschaltventil reinigen	Reinigen Sie das Umschaltventil einmal jährlich oder nach Bedarf
Lufteinlass-System reinigen	Reinigen Sie das Lufteinlass-System im Massenmesswertgeber einmal jährlich oder nach Bedarf.
Probenahmepumpe erneuern	Erneuern Sie die Probenahmepumpe alle 18 Monate oder nach Bedarf. Der Umbau-Satz (59-008630) beinhaltet auch die notwendigen Instruktionen.

Die angegebenen Wartungsintervalle dienen lediglich als Richtlinien. Die Anforderungen an die routinemäßige Wartung sind vom Aufstellungsort abhängig und können von Standort zu Standort variieren.

Wartungsassistenten

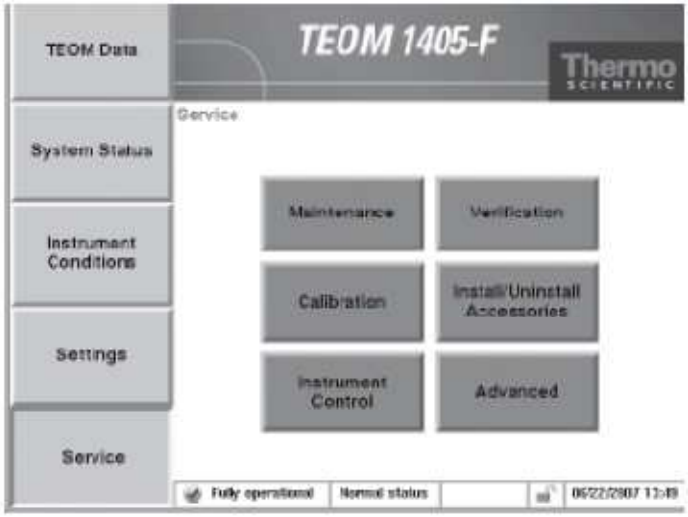
Die TEOM 1405-F Software ermöglicht es, den Bediener Schritt für Schritt durch die regelmäßige Wartung zu führen. Klicken Sie zunächst auf die Schaltfläche **„Service“,** um in die gleichnamige Anzeige zu gelangen. Klicken Sie dann auf **„Maintenance“** (= Wartung), um die Bildschirmanzeige „Wartung“ zu öffnen.

Figure 5-1.
TEOM Data screen



Anzeige „TEOM Daten“

Figure 5-2.
1405 Service screen.



Anzeige “Service – 1405”

Figure 5-3.
1405 Maintenance screen.

Anzeige “Wartung – 1405”

FDMS Trockner ersetzen/überholen

Thermo Fisher Scientific empfiehlt, die in Geräten der 1405-F TEOM Serie installierten FDMS Trockner einmal jährlich zu tauschen bzw. eine Generalüberholung durchzuführen. Die Generalüberholung (75-010965) dient dazu, Artefakte bei der Probenahme zu minimieren, die die Messung der Gesamtmassenkonzentration im Laufe der Zeit beeinflussen könnten. Die Generalüberholung besteht aus der Reinigung und dem evtl. erforderlichen Tauschen von Teilen. Setzen Sie sich diesbezüglich mit der Service-Abteilung von Thermo Scientific in Verbindung.

TEOM Filter ersetzen

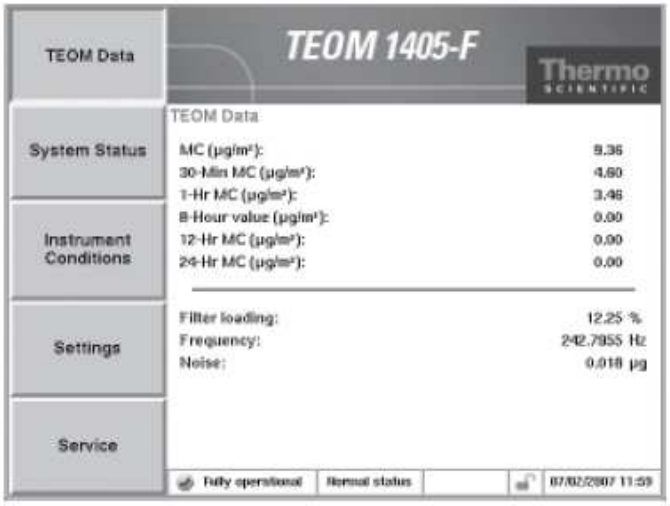
Der 1405-F TEOM Filter muss regelmäßig getauscht werden, bevor die Filterbeladung den Durchfluss beeinträchtigen kann, spätestens jedoch nach 30 Tagen.

Hinweis: Filter spätestens alle 30 Tage tauschen.

Filterbeladung

Der Wert der Filterbeladung zeigt den Prozentsatz der Gesamtkapazität des TEOM Filters an, der bereits verwendet wurde. Die Filterbeladung kann in der Anzeige „TEOM Daten“ des Messgeräts überprüft bzw. abgelesen werden (siehe Abb. -54). Da dieser Wert vom Druckabfall der Hauptprobenflussleitung bestimmt wird, wird am Gerät immer ein Wert ≠ 0 angezeigt, auch wenn kein TEOM-Filter im Massenmesswertgeber eingebaut ist. Üblicherweise haben neue TEOM-Filter eine Filterbelastung zwischen 15% und 30% bei einer Hauptdurchflussrate von 3 l/Min. Bei niedrigeren Durchflusswerten ist der Prozentsatz geringer.

Figure 5-4.
TEOM Data screen.



Anzeige „TEOM Daten“

TEOM-Filter müssen getauscht werden, bevor die Filterbeladung einen Wert von 100% erreicht, um die Qualität der vom Gerät erzeugten Daten zu gewährleisten. Irgendwann über 100% fällt der Hauptdurchfluss unter seinen Sollwert ab.

Beträgt die Filterbeladung mehr als 30% (bei einem Hauptdurchfluss von 3 l/Min.), wenn ein neuer TEOM-Filter eigesetzt wird, oder wenn sich die Lebensdauer von aufeinanderfolgenden TEOM-Filtern deutlich verringert, müssen Sie den Inline-Filter tauschen. Lesen Sie hierzu den Abschnitt „Inline-Filter tauschen“ weiter hinten in diesem Kapitel.

Die Filter sollten im Geräteinneren aufbewahrt werden. Somit sind sie leicht zugänglich, trocken und warm.

Die Lebensdauer der TEOM-Filter hängt von der Art und Konzentration des Feinstaubs/der Partikel ab, aus dem/denen die Probe entnommen wird, aber auch von den Durchfluss-Einstellungen. TEOM-Filter müssen getauscht werden, wenn sich die Filterbeladung dem Wert von 100% nähert. Dies entspricht im Allgemeinen einer akkumulierten Gesamtmasse von ca. 3-5 mg auf dem Filter. Die Lebensdauer eines TEOM-Filters beträgt üblicherweise 21 Tage bei einer Hauptdurchflussrate von 3 l/Min. und bei einer durchschnittlichen PM-10 Konzentration von 50 µg/m^3. Bei niedrigeren Durchflussraten fällt die Lebensdauer der Filter höher aus, da sich weniger schnell Partikel und Staub auf dem TEOM-Filter ansammeln.

TEOM-Filter müssen getauscht werden, bevor die Filterbeladung einen Wert von 100% in der Statuszeile des Hauptfensters erreicht. Beträgt die Filterbeladung mehr als 90%, löst das Gerät Statuszustand aus. Der 47 mm Filter muss zusammen mit dem TEOM-Filter getauscht werden.

Hinweis: Neue TEOM-Filter bitte nicht mit den Fingern berühren. Verwenden Sie hierzu das mitgelieferte Werkzeug.

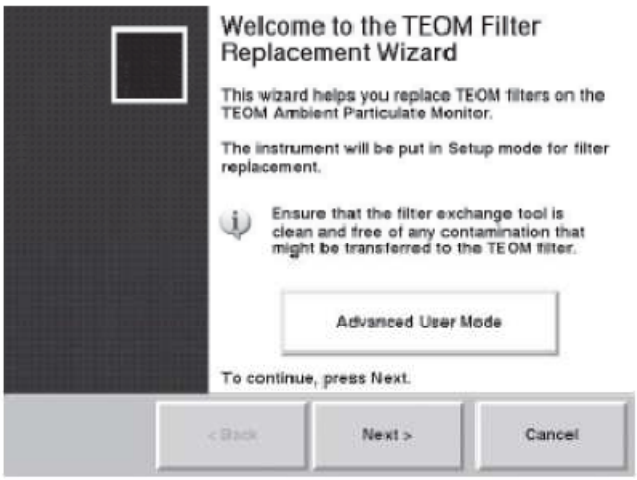
TEOM-Filter ersetzen

Um einen TEOM-Filter zu installieren, gehen Sie bitte wie folgt vor:

1. Stellen Sie sicher, dass das Filterwechselwerkzeug sauber ist und keine Kontamination aufweist, die auf den TEOM-Filter übertragen werden könnte.
2. Klicken Sie in der Ansicht „1405 TEOM Daten“ auf die Schaltfläche „Service“, um in die gleichnamige Ansicht zu gelangen. Klicken Sie dann auf **„Maintenance“** (= Wartung), um in die Anzeige „Wartung“ zu gelangen (Abb. 5-3).
3. Klicken Sie nun auf die Schaltfläche **„Replace TEOM Filter“** (= TEOM Filter tauschen), um den entsprechenden Assistenten zu starten (Abb. 5-5). Zum Starten des Filterwechsels bitte auf die Schaltfläche „Next >“ (= Weiter) klicken.

Hinweis: Sind Sie ein erfahrener Bediener und mit dem Wechseln von TEOM-Filtern bereits vertraut, klicken Sie bitte auf **„Advanced User Mode“** (= erweiterter Benutzermodus), um die Bewegung des Massenmesswertgebers zu stoppen und mit einem Schnellwechsel fortzufahren. Weiterführende Informationen über den „Erweiterten Benutzermodus“ zum Wechseln der Filter finden Sie im nächsten Abschnitt.

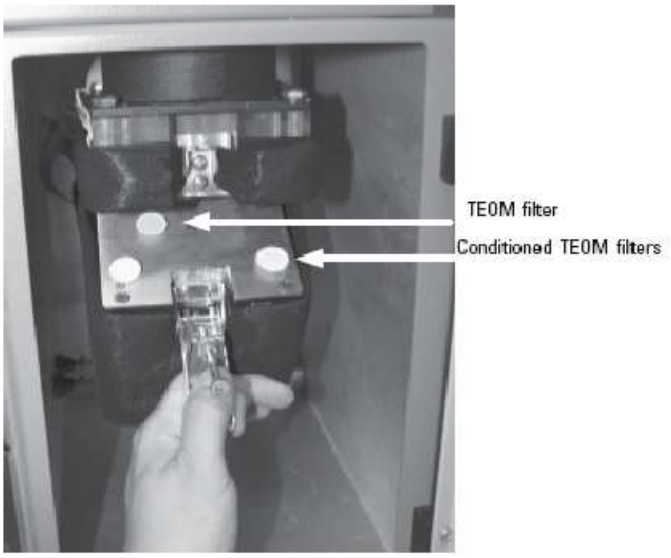
Figure 5-5.
TEOM Filter Replacement Wizard starting screen.


Welcome to the TEOM Filter Replacement Wizard
This wizard helps you replace TEOM filters on the TEOM Ambient Particulate Monitor.
The instrument will be put in Setup mode for filter replacement.
Ensure that the filter exchange tool is clean and free of any contamination that might be transferred to the TEOM filter.
Advanced User Mode
To continue, press Next.
< Back
Next >
Cancel

Filtertausch-Assistent - Startbildschirm“

4. Es erscheint das Fenster „Open Mass Transducer“ (= Massenmesswertgeber öffnen). Öffnen Sie das Türchen des Probenehmers.
5. Ziehen Sie die TEOM-Klinke zu sich hin, um den Verschluss des Messwertgebers zu öffnen.
6. Schwingen Sie den Boden des Messwertgebers nach unten, so dass das konisch zulaufende Element (TE = tapered element) freiliegt (Abb. 5-6). Klicken Sie dann auf „Next >“ (= Weiter).

Figure 5-6.
Opening the mass transducer.

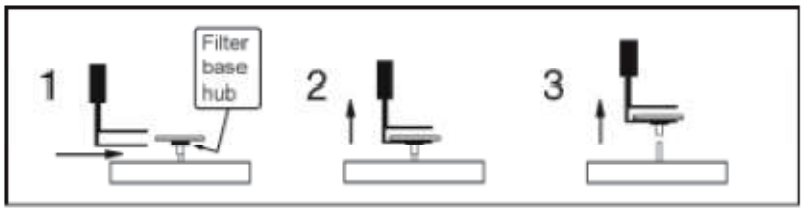


Massenmesswertgeber öffnen

TEOM filter	TEOM Filter
Conditioned TEOM filters	Konditionierte TEOM Filter

7. Es erscheint die Anzeige „Remove Old Filter“ (= alten Filter entfernen). Führen Sie die untere Gabel des Filterwechsel-Werkzeugs vorsichtig unter den verbrauchten TEOM Filter ein, so dass sich die Filterscheibe zwischen der Gabel und dem oberen Teil des Filterwechsel-Werkzeugs befindet (Abb. 5-7). Die Zinken der Gabel sollten auf beiden Seiten der Filterauflage liegen.

Figure 5-7.
Opening the mass transducer.



Massenmesswertgeber öffnen

8. Ziehen Sie jetzt sanft nach oben an und heben Sie so den TEOM-Filter vom sich konisch zulaufenden Element (TE = tapered element) ab. Biegen bzw. kippen Sie das Filterwechsel-Werkzeug nicht, während Sie den Filter vom „Tapered Element“ entfernen. Dies führt zur Beschädigung des TE.
9. Es erscheint die Anzeige „Replace Filter“ (= Filter tauschen). Entnehmen Sie mit dem Filterwechsel-Werkzeuge einen neuen, konditionierten TEOM Filter aus einem der Filterhalter, so dass die Filterscheibe zwischen der Gabel und der oberen Lasche des Werkzeugs liegt und sich die Mitte des Filters zwischen den Zinken der Gabel befindet (Abb. 5-8 und 5-9).

Hinweis: TEOM Filter müssen vorbehandelt sein, so dass eine übermäßige Ansammlung von Feuchtigkeit vor deren Verwendung vermieden wird. Lesen Sie hierzu auch den folgenden Abschnitt in diesem Handbuch.

Hinweis: Berühren Sie den Filter nicht mit den Fingern, wenn Sie diesen mit dem Filterwechsel-Werkzeug entnehmen.

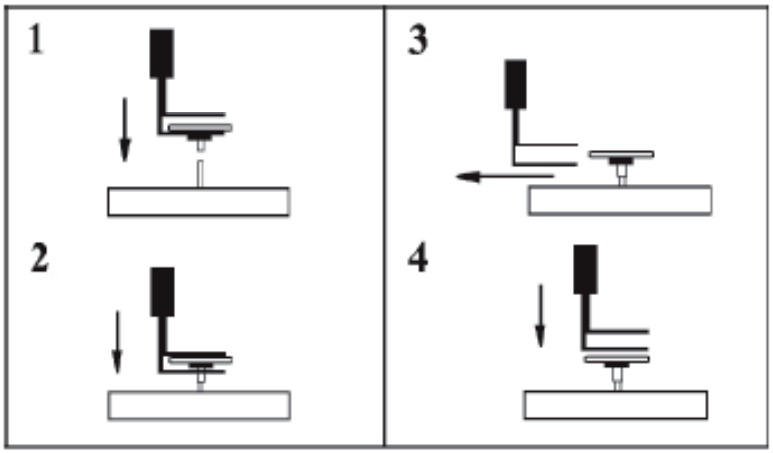
10. Halten Sie das Filterwechsel-Werkzeug so, dass es sich mit dem konisch zulaufenden Element (TE = tapered element) in einer Linie befindet (Abb. 5-8 und 5-9) und platzieren Sie die Mitte des Filters auf die Spitze des konisch zulaufenden Elements (TE = tapered element). Klicken Sie dann auf „Next >“ (= Weiter).

Figure 5-8.
Placing the filter on the tapered element.

Platzieren des Filters auf dem „Tapered Element“

11. Es erscheint die Anzeige „Seat Filter“. Drücken Sie den TEOM Filter vorsichtig nach unten, damit er korrekt sitzt (Abb. 5-9).
12. Entfernen Sie das Filterwechsel-Werkzeug, indem Sie es vorsichtig zurückziehen, bis der Filter freigegeben ist (Abb. 5-9). Den Filter dabei bitte nicht verschieben.
13. Positionieren Sie die Unterseite des Filterwechsel-Werkzeugs oben auf dem TEOM-Filter (Abb. 5-9) und drücken Sie den Filter mit dem Werkzeug nach unten (mit ca. 0,5 kg), damit der Filter korrekt positioniert ist.

Figure 5-9.
Placing the filter on the tapered element.



Platzieren des Filters auf dem „Tapered Element“

14. Es erscheint die Anzeige „Precondition Filter“ (= Filter konditionieren). Legen Sie neue TEOM Filter auf die Konditionierungsstempel des Massenmesswertgebers. (Weitere Infos zur Konditionierung und Aufbereitung der Filter finden Sie im nächsten Abschnitt). Klicken Sie dann auf „Next >“ (= Weiter).
15. Es erscheint das Fenster „Close Instrument“ (= Gerät schließen). Heben Sie den Massenmesswertgeber auf die geschlossene Position an und befestigen Sie die Aufnahmestange auf der Druckstiftplatte.
16. Schließen und rasten Sie das Türchen in die Sensoreinheit ein. Das Türchen sollte so kurz wie möglich offen bleiben, um den Temperaturwechsel im System so gering wie möglich zu halten. Klicken Sie dann auf „Next >“ (= Weiter).

17. Das System testet jetzt automatisch den neu installierten TEOM Filter auf korrekten Sitz. Am Bildschirm wird die Wartezeit angezeigt (Abb. 5-10).

Figure 5-10. Stabilizing screen.

Stabilizing
Wait for instrument to stabilize.
Please wait 5 minutes to allow temperatures to stabilize inside the transducer and sampler.
Time remaining: 04:38
< Back
Next >
Cancel

Anzeige „Stabilisierung“

18. Kann keine stabile Frequenz für den Filter erreicht werden, dann wird am Bildschirm angezeigt, welcher Filter (oder welche Filter) nochmals ausgerichtet werden müssen (Abb. 5-12). Falls nicht, ist der Filterwechsel hiermit abgeschlossen (fahren Sie dann mit Schritt Nr. 23 fort).

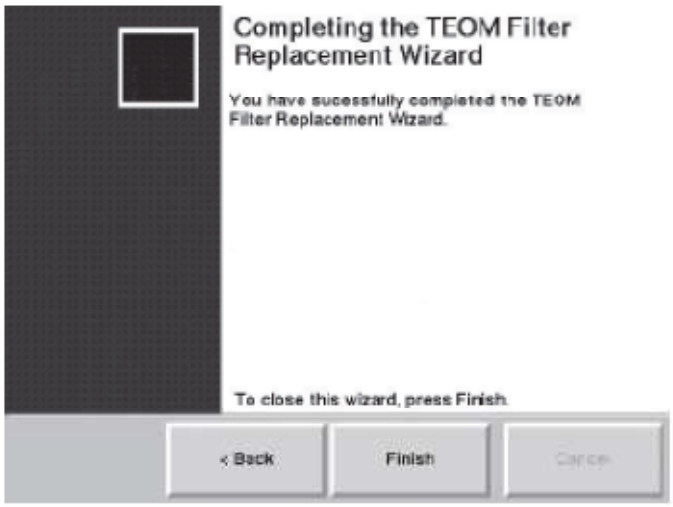
Figure 5-11. Re-seat Filters screen.

Re-seat Filter
Filters need to be re-seated after they have experienced an increase in temperature.
1. Open the door to the sampler and open the mass transducer.
2. Press straight down on the TEOM filter with the bottom of the filter exchange tool. This ensures that the filter is properly seated.
< Back
Next >
Cancel

Anzeige „Filter erneut ausrichten“

19. Wenn der Filter nochmals ausgerichtet werden muss, das Türchen zum Probenehmer und dem Massenmesswertgeber öffnen und mit der Unterseite des Filterwechsel-Werkzeugs (siehe Abb. 5-9) nochmals den TEOM Filter gerade nach unten drücken. Dann das Türchen wieder schließen und auf „Next >“ klicken.
20. Es erscheint erneut die Anzeige „Wartezeit“ auf dem Bildschirm, während das System den Filter auf stabile Frequenz überprüft. Wird für den Filter immer noch keine Frequenz erreicht, wird der Bediener vom System aufgefordert, den Filter ein zweites Mal auf korrekten Sitz zu überprüfen und diesen ggf. zu korrigieren. Schlägt dieser Versuch wieder fehl, fordert das System den Bediener auf, einen Filterwechsel durchzuführen oder eine Fehlermeldung abzusetzen (Abb. 5-13 und 5-14).
21. Ist die Frequenz stabil, erscheint die Anzeige „Completing TEOM Filter Replacement Wizard“ (= TEOM Filtertausch abschließen) (Abb. 5-13). Hier bitte auf die Schaltfläche „Finish >“ (= beenden) klicken.

Figure 5-12. Finish screen with successfully completed message.


Completing the TEOM Filter Replacement Wizard
You have sucessfully completed the TEOM Filter Replacement Wizard.
To close this wizard, press Finish.
< Back
Finish
Cancel

Anzeige „Filterwechsel erfolgreich abgeschlossen“

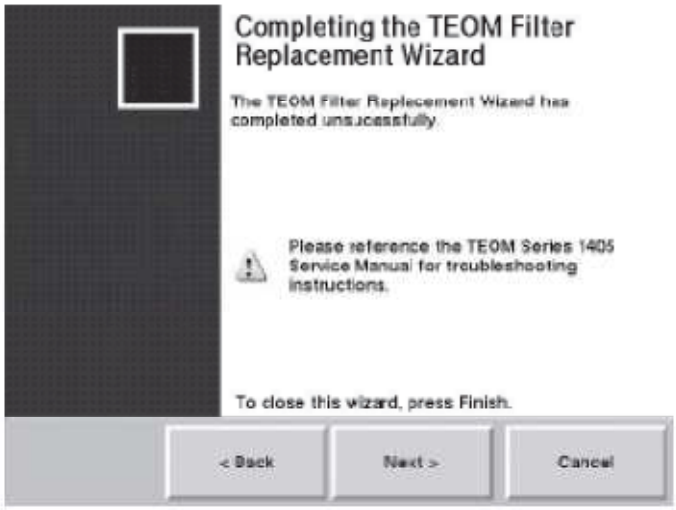
Hinweis: Kann das System immer noch keine stabile Frequenz für den Filter erkennen, wird die Meldung „Filter evtl. beschädigt“ angezeigt und ein Filterwechsel für den Filter vom System gefordert (Abb. 5-13). Falls das System immer noch keine stabile Frequenz erzielen kann, gilt der Filterwechsel als fehlgeschlagen und es wird empfohlen, den entsprechenden Service durchzuführen (Abb. 5-14).

Figure 5-13.
Try Another Filter screen.

Try Another Filter
The TEOM filter could be damaged.
The TEOM filter is still loose. This could be because it is damaged. Please replace the filter with a new one before continuing.
< Back
Next >
Cancel

Meldung „Anderen Filter versuchen“

Figure 5-14.
Fail/service message.


Completing the TEOM Filter Replacement Wizard
The TEOM Filter Replacement Wizard has completed unsuccessfully.
Please reference the TEOM Series 1405 Service Manual for troubleshooting instructions.
To close this wizard, press Finish.
< Back
Next >
Cancel

Meldung „Filterwechsel fehlgeschlagen / Service“.

Filterwechsel für Fortgeschrittene

Für erfahrene Bediener, die mit dem Filterwechsel bereits bestens vertraut sind, bietet das System einen „Filterwechsel für Fortgeschrittene“. Wählt der Bediener diesen Modus im Startbildschirm „TEOM Filter Replacement“ (= TEOM Filterwechsel) aus (siehe Abb. 5-5), stoppt das System automatisch die TEOM Filter und fordert den Bediener am Bildschirm dazu auf, einen Filterwechsel durchzuführen (Abb. 5-15).

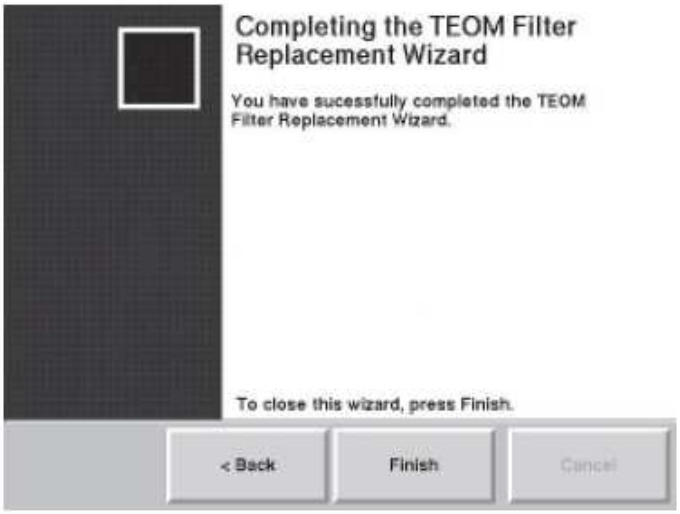
Figure 5-15.
Advanced filter change screen.

Replace Filter
Open the mass transducer and replace filter
Now that the instrument is in setup mode and the TEOM is stopped, you may change the filter.
< Back
Next >
Cancel

Anzeige „Filterwechsel für Fortgeschrittene“

Tauschen Sie die Filter und klicken Sie auf „Next >“ (= Weiter), wenn dies am Bildschirm angezeigt wird. Es erscheint die Anzeige „Filterwechsel abgeschlossen“.

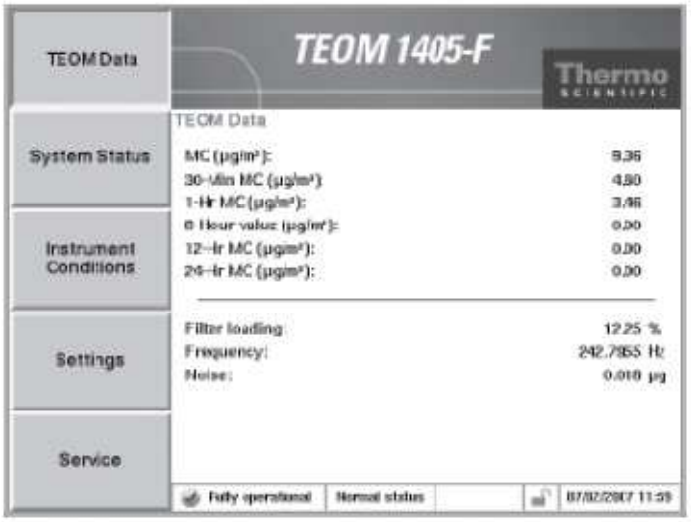
Figure 5-16.
Wizard complete message.


Completing the TEOM Filter Replacement Wizard
You have sucessfully completed the TEOM Filter Replacement Wizard.
To close this wizard, press Finish.
< Back
Finish
Cancel

Meldung Installationsassistent „Vorgang abgeschlossen“.

Hinweis: Beim „Filterwechsel für Fortgeschrittene“ findet KEINE automatische Überprüfung der Frequenz statt. Der Bediener MUSS gewährleisten, dass die Frequenz stabil ist, damit gültige Testdaten sichergestellt sind. Schauen Sie in der Anzeige „TEOM Daten“ (Abb. 5-17) auf die sich ändernde, oszillierende Frequenz des konisch zulaufenden Elements. Die letzten beiden Stellen des angezeigten Werts schwanken und die restliche Anzeige bleibt stabil. Schwanken bzw. ändern sich mehr als die letzten beiden Stellen des angezeigten Werts, deutet dies darauf hin, dass der Filter locker ist. Prüfen Sie, ob der Filter richtig sitzt und überprüfen Sie erneut die Frequenz.

Figure 5-17.
TEOM Data screen.



Anzeige „TEOM Daten“

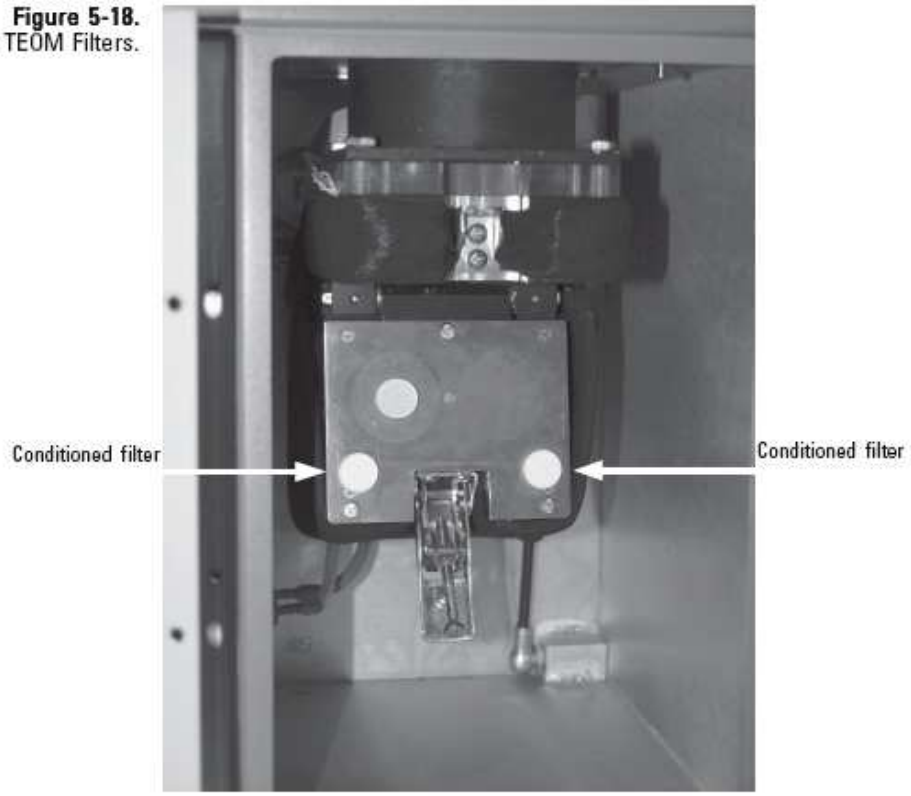
Aufbereitung der TEOM Filter

Um eine übermäßige Ansammlung von Feuchtigkeit zu vermeiden, müssen die TEOM Filter vor deren Einsatz entsprechend aufbereitet werden.

Gehen Sie hierzu wie folgt vor:

1. Legen Sie zwei TEOM Filter auf die Filterhalter des Massenmesswertgebers (Abb. 5-18), um die Filter aufzubereiten und den Betriebsbedingungen anzupassen.
2. Wenn ein neuer TEOM Filter installiert werden muss, verwenden Sie bitte einen der bereits aufbereiteten Filter aus einem der Filterhalter.
3. Legen Sie dann anstelle des konditionierten TEOM Filters wieder einen neuen Filter auf den Filterhalter auf.

Figure 5-18.
Conditioned TEOM Filters.



Konditionierte TEOM Filter

Hinweis: Extra-Filter sollten in einer Transportkiste im Geräteinneren in der Nähe des Massenmesswertgebers aufbewahrt werden, um zu gewährleisten, dass diese annähernd das richtige Temperatur- und Feuchtigkeitsniveau für die Probenahme haben.

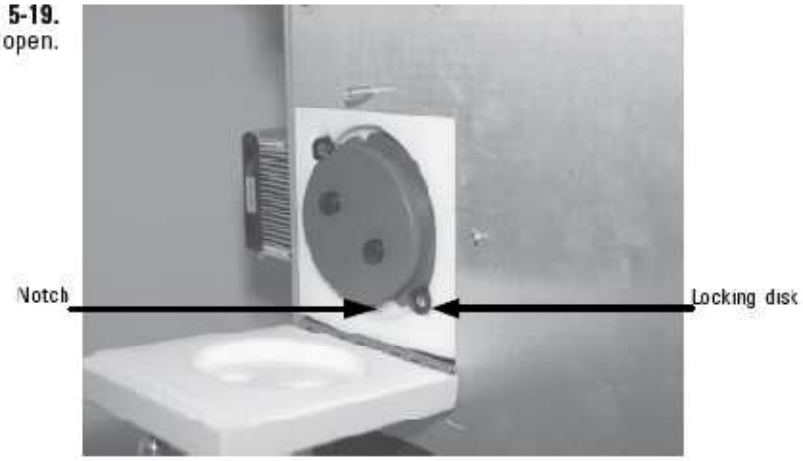
47 mm Filter tauschen

Installieren Sie einen neuen 47 mm Filter im TEOM 1405-F bevor Sie die erste Probenahme durchführen und jedes Mal, wenn Sie einen neuen TEOM Filter im Gerät installieren.

Gehen Sie hierbei wie folgt vor:

1. Gehen Sie auf die linke Geräteseite des TEOM 1405-F mit dem Türchen. Öffnen Sie das kleine Türchen (Abb. 5-19).

Figure 5-19.
Filter door open.

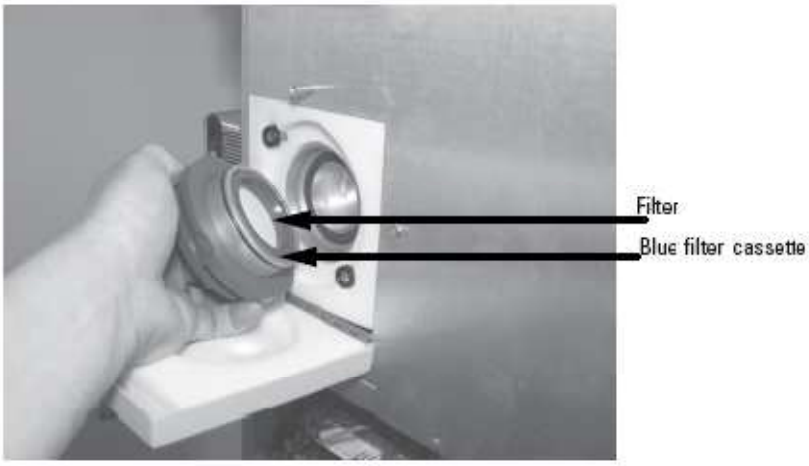


Geöffnete Filterklappe

Notch	Einkerbung
Locking disk	Arretierungsscheibe

2. Drehen Sie den Filterhalter gegen den Uhrzeigersinn, bis die Einkerbungen/Aussparungen bündig mit der Arretierungsscheibe sind (Abb. 5-20). Ziehen Sie dann den Filterhalter aus dem Gerät heraus.

Figure 5-20.
Removing the 47 mm filter.

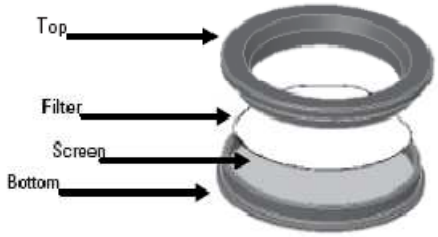


47mm Filter entfernen

Filter	Filter
Blue filter cassette	Blaue Filterkassette

3. Entfernen Sie die verbrauchten 47 mm Filter aus der blauen Filterkassette.
4. Legen Sie einen neuen 47 mm Filter in die Kassette ein. Achten Sie beim Einlegen in die Kassette darauf, dass der 47mm Filter mit der Filterpapierseite nach „oben“ in die Kassette eingelegt wird. Das „Oberteil“ der Kassette passt genau in das „Unterteil“ der Kassette (Abb. 5-21).

Figure 5-21.
47 mm filter cassette with filter and screen.



47mm Filterkassette mit Filter und Blende

Top	Oberteil
Filter	Filter
Screen	Blende
Bottom	Unterteil

5. Schließen Sie die Filterkassette wieder (Abb. 5-22).

Figure 5-22.
Closing the filter cassette.

Schließen der Filterkassette

6. Setzen Sie den Filter in den Filterhalter so ein, dass das Oberteil der Kassette und die Filterfläche nach außen zeigen.
7. Bringen Sie die Einkerbungen/Aussparungen und die Arretierscheiben wieder übereinander und montieren Sie den Filterhalter ins Gerät. Drehen Sie hierzu den Filterhalter im Uhrzeigersinn, damit dieser einrastet.

Hinweis: Ziehen Sie den Filterhalter nicht zu stark an. Der O-Ring sorgt für die Dichtigkeit, nicht die Kraft der Drehung.

8. Schließen Sie das Filtertürchen wieder.

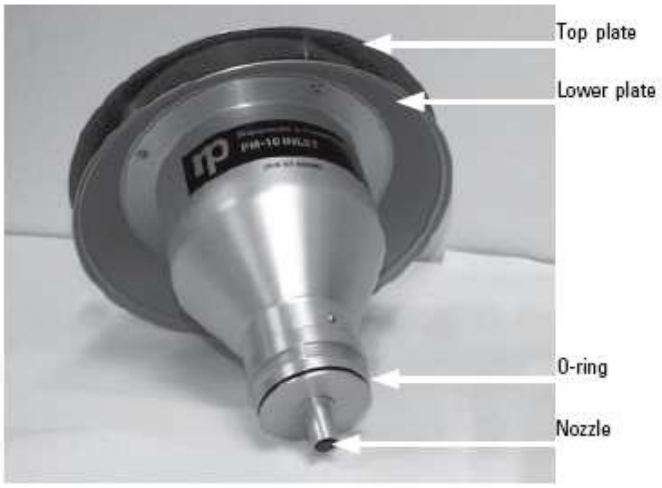
PM-10 Einlass reinigen

Es wird empfohlen, den PM-10 Einlass bei jedem TEOM Filterwechsel oder nach Bedarf zu reinigen. Zum Reinigen benötigen Sie einen Allzweckreiniger auf Ammoniakbasis, Wattestäbchen, eine kleine weiche Bürste, Papierhandtücher, destilliertes Wasser, Hahnfett auf Silikonbasis, einen kleinen Schraubendreher, einen kleinen einstellbaren Schlüssel und ein Taschenmesser.

Zur Reinigung/Wartung des PM-10 Einlasses bitte wie folgt vorgehen:

1. Entfernen Sie das Regengefäß vom Einlass und ziehen Sie den Einlass vom Probenahmerohr ab. Schrauben Sie die obere Beschleuniger-Baugruppe von der unteren Sammelbaugruppe (Abb. 5-23).

Figure 5-23.
Top of inlet assembly.



Oberteil der Einlass-Baugruppe

Top plate	Obere Platte
Lower plate	Untere Platte
O-Ring	O-Ring
Nozzle	Düse

2. Markieren Sie die obere Platte und die untere Platte mit einem Stift, um beim Wiederzusammenbau der Einheit diese richtig auszurichten. Lösen und entfernen Sie dann mit Hilfe eines Kreuzschlitzschraubendrehers die vier Flachkopfschrauben oben von der oberen Platte (Abb. 5-23). Heben Sie dann die obere Platte von den vier Gewindeabstandsbolzen und legen Sie diese zur Seite.
3. Reinigen Sie das Fliegengitter (mit Bürste oder Wasser) und trocken Sie es anschließend.
4. Reinigen Sie den Deflektorkonus auf der Innenseite der oberen Platte mit Allzweckreiniger und Papierhandtüchern.

5. Reinigen Sie die Innenwand der Beschleunigungs-Baugruppe (Abb. 5-24).

Hinweis: Stellen Sie sicher, dass die Beschleunigerdüse sauber ist. Falls nicht, die Düse mit einem Wattestäbchen und Reiniger von jeglicher Kontamination befreien.

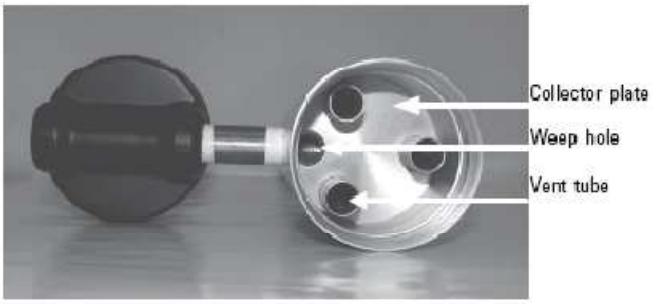
Figure 5-24.
Interior wall of inlet.

Innenwand des Einlasses

6. Überprüfen Sie den O-Ring der Impaktordüse auf Schäden oder Verschleiß (Abb. 5-20). Falls notwendig, den O-Ring bitte tauschen. Den O-Ring dünn mit Silikonfett einschmieren. Die Aluminiumgewinde der oberen Beschleuniger-Baugruppe ebenfalls leicht mit Silikonfett einschmieren.
7. Reinigen Sie die Wände und die Platte der Kollektor-Baugruppe mit Allzweckreiniger und Papiertüchern (Abb. 5-25).

Hinweis: Die größte Kontamination findet man normalerweise auf der Kollektorplatte.

Figure 5-25.
Inside of inlet collector assembly.

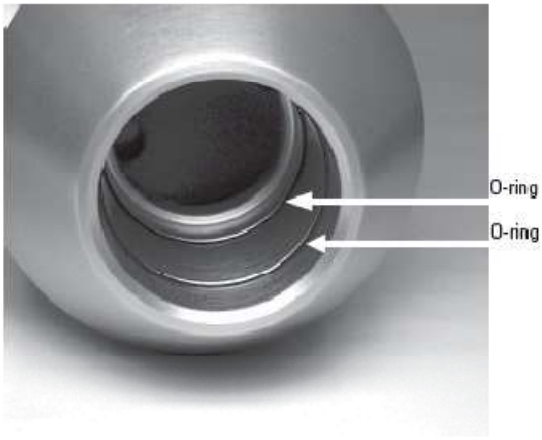


Innere der Einlass-Kollektorbaugruppe

Collector plate	Kollektorplatte
Weep hole	Drainageöffnung
Vent tube	Entlüftungsrohr

8. Reinigen Sie die drei Entlüftungsrohre (Abb. 5-25). Hierzu ist es gegebenenfalls ein Wattestäbchen erforderlich.
9. Reinigen Sie die Unterseite der Kollektor-Baugruppe (Abb. 5-26). Überprüfen Sie die beiden O-Ringdichtungen des Einlassrohrs auf Schäden oder Verschleißerscheinungen. Falls erforderlich, diese bitte tauschen.

Figure 5-26.
Bottom of collector assembly with O-rings.



Unterseite der Kollektor-Baugruppe mit O-Ringdichtungen

O-ring	O-Ring
O-ring	O-Ring

10. Reinigen Sie die Drainageöffnung in der Kollektorplatte, wo die Feuchtigkeit in den Wasserabscheider fließt (Abb. 5-25).
11. Reinigen Sie den Regenauffangbehälter. Überprüfen Sie das Messingfitting des Regenauffangbehälterdeckels, um sicherzustellen, dass es fest ist und nicht blockiert (Abb. 5-27).

Figure 5-27.
Rain jar cover.

Deckel des Regenauffangbehälters

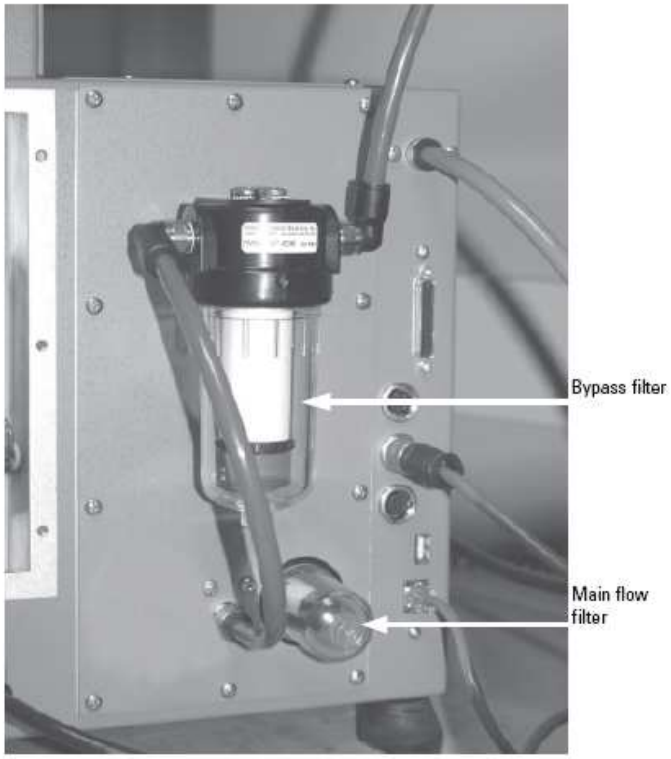
12. Fetten Sie die O-Ringe leicht ein (Abb. 5-26), damit diese gut abdichten, wenn sie wieder auf dem Fluss-Splitter installiert werden.
13. Reinigen Sie die Gewinde der unteren Kollektor-Baugruppe, um die Dichtigkeit zu gewährleisten, wenn die beiden Hälften wieder zusammengebaut werden.
14. Bauen Sie die obere und die untere Einlass-Baugruppe wieder zusammen, bis die Gewinde fest angezogen sind. Bitte nur handfest anziehen.
15. Setzen Sie das Fliegengitter wieder ein und richten Sie die Markierungen der oberen Platte und der unteren Platte zueinander aus. Montieren Sie die obere Platte auf der unteren Plate und ziehen Sie die vier Flachkopfschrauben wieder fest.
16. Versehen Sie die Dichtung innen im Regenauffangbehälter mit einer dünnen Silikonfettschicht. Setzen Sie den Regenauffangbehälter wieder ein.
17. Positionieren Sie den Einlass auf dem Fluss-Splitter. Die inneren O-Ringe dabei nicht beschädigen.

Details zur Reinigung des Zyklons finden Sie im der separaten Bedienungsanleitung.

Inline-Filter tauschen

Der Inline-Filter für den Hauptdurchfluss (57-010745) und der große Bypass-Durchflussfilter (57-010755) sollten halbjährlich oder nach Bedarf getauscht werden. Die Filter befinden sich auf der Geräterückseite (Abb. 5-28). Sie dienen dazu, eine Kontamination der Durchflussregler zu vermeiden. Der Einfachheit halber, empfehlen wir, den großen Inline-Filter immer unmittelbar nach dem regelmäßig durchgeführten TEOM-Filterwechsel zu tauschen. So kann der Bediener den Tausch der Inline-Filter während der 30-minütigen Durchfluss- und Temperaturstabilisierung durchführen.

Figure 5-28.
Back of 1405 unit.



Geräterückseite des TEOM 1405-F

Bypass-Filter	Bypass-Filter
Main flow filter	Hauptdurchfluss-Filter

Die Inline-Filter bitte wie folgt tauschen:

1. Die Probenahmepumpe abziehen.
2. Die kleine Filterabdeckung des Hauptkanals abschrauben und entfernen. Diese befindet sich auf der Geräterückseite (Abb. 5-29).

Figure 5-29.
Removing the filter cover.

Filterabdeckung entfernen

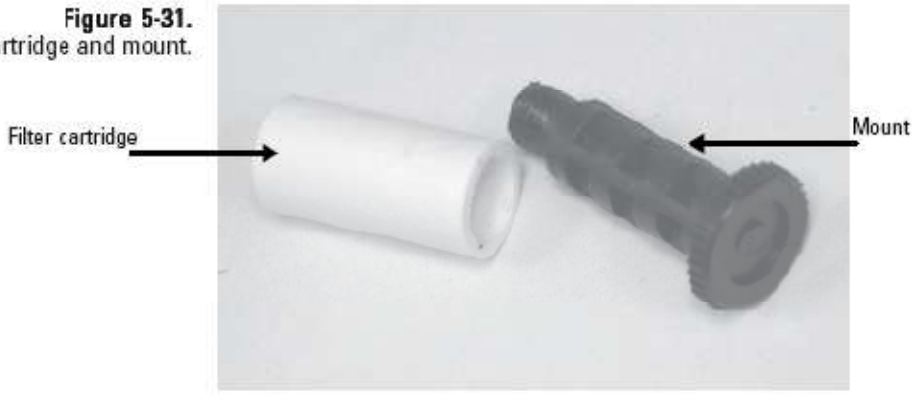
3. Filterhalter der Haupdurchflusskanal herausdrehen (Abb. 5-30).

Figure 5-30.
Removing the filter mount.

Filterhalter entfernen

4. Filterkartuschen vom Filterhalter herunterschieben und neue Filterkartuschen auf den Halter aufstecken.

Figure 5-31.
Filter cartridge and mount.

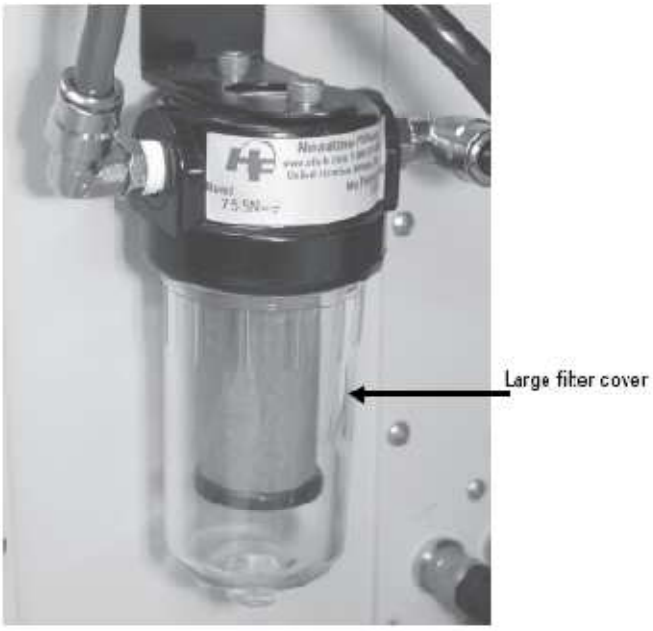


Filterkartusche und Halter

Filter cartridge	Filterkartusche
Mount	Halter

5. Filterhalter wieder ins Gerät einsetzen und Abdeckung wieder anbringen.
6. Filterabdeckung für den großen Bypass-Filter herausdrehen und vom Bypass-Durchflusskanal auf der Geräterückseite entfernen (Abb. 5-33).

Figure 5-32.
Bypass in-line filter.

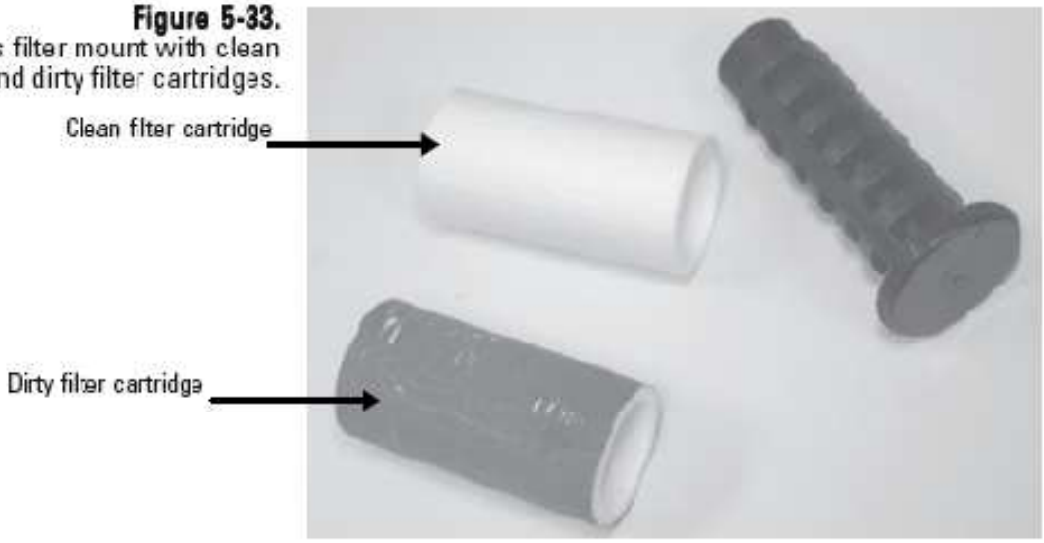


Bypass-Inline-Filter

Large filter cover	Große Filterabdeckung

7. Filterhalter für den Bypass-Durchflusskanal herausdrehen.
8. Die große Filterkartusche vom Filterhalter herunterschieben und neue Filterkartusche auf den Halter aufstecken (Abb. 5-33).

Figure 5-33.
Bypass filter mount with clean and dirty filter cartridges.



Halter für Bypass-Filter mit sauberer und dreckiger Filterkartusche

Clean filter cartridge	Saubere Filterkartusche
Dirty filter cartridge	Schmutzige Filterkartusche

9. Halter wieder ins Gerät einsetzen und Abdeckung wieder aufsetzen.
10. Probenahmepumpe wieder einstecken und zum Normalbetrieb zurückkehren.

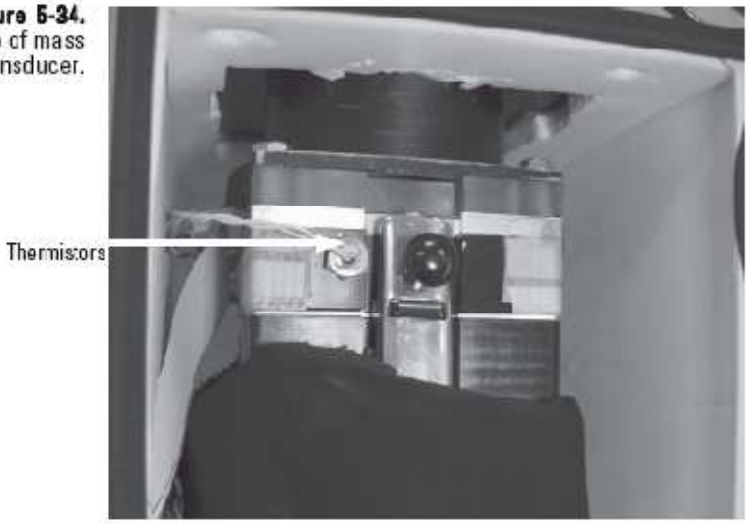
Lufteinlass reinigen

Der beheizte Lufteinlass des TEOM 1405-F muss einmal jährlich gereinigt werden, um Partikel, die sich an den Innenwänden angesammelt haben, zu entfernen. Ein für die Reinigung des Lufteinlasses geeigneter konisch geformter Borstenpinsel kann bei Thermo Scientific bestellt werden. Für die Reinigung wird benötigt: ein Plastikstück oder einen anderen Schutz, Seifenlauge, Alkohol oder Freon Lösung, ein ½“ (oder einstellbaren) Schlüssel und eine weiche Bürste.

Für die Reinigung wie folgt vorgehen:

1. Das Messgerät TEOM 1405-F ausschalten.
2. Gerätetür öffnen (Abb. 5-35) und den Thermistor oben in der Massenmesswertgeber-Baugruppe lokalisieren.

Figure 5-34.
Thermistor on top cf mass transducer.



Thermistor oben auf dem Massenmesswertgeber

Thermistor	Thermistor

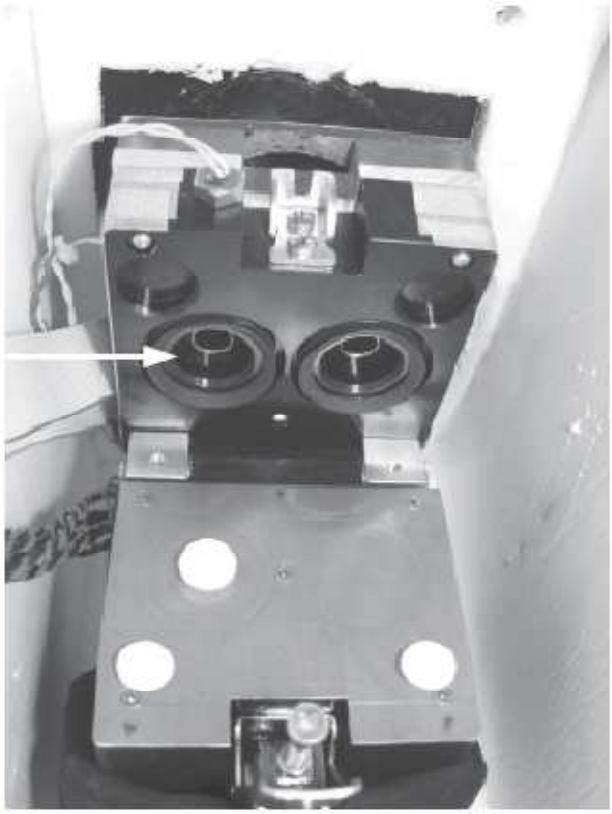
3. Anschließend den Thermistor mit Hilfe eines ½“ Schlüssels oben von der Massenmesswertgeber-Baugruppe entfernen.

Hinweis: Der Thermistor hat ein kurzes Gewinde. Das Ein- bzw. Ausschrauben dauert ca. 1 ½ bis 2 ½ Umdrehungen.

4. Öffnen Sie den Massenmesswertgeber (Anweisungen hierzu finden Sie im Abschnitt „TEOM Filter tauschen“ weiter vorne).

5. Legen Sie dann ein Plastikstück oder anderes Schutzmaterial über die freigelegten TEOM Filter.
6. Reinigen Sie den Lufteinlass mit Seifenlauge, Alkohol oder Freon Lösung (Abb. 5-35). Partikel an den Innenwänden /-flächen können mit einer weichen Bürste entfernt werden.

Figure 5-35. Air inlets.



Lufteinlässe

Nozzle	Düse

7. Lassen Sie den Lufteinlass abtrocknen.
8. Entfernen Sie das Plastikstück wieder vom TEOM Filter.
9. Schließen Sie den Massenmesswertgeber und lassen Sie den Verschluss einrasten.
10. Setzen Sie den Thermistor in die Kappe der Massenmesswertgeber-Baugruppe ein und ziehen Sie ihn leicht mit einem Schlüssel fest.
11. Schließen und verriegeln Sie die Tür des Messgeräts. Die Türe so kurz wie möglich offenlassen, um die Temperaturänderung im System auf ein Minimum zu reduzieren.
12. TEOM 1405-F einschalten.

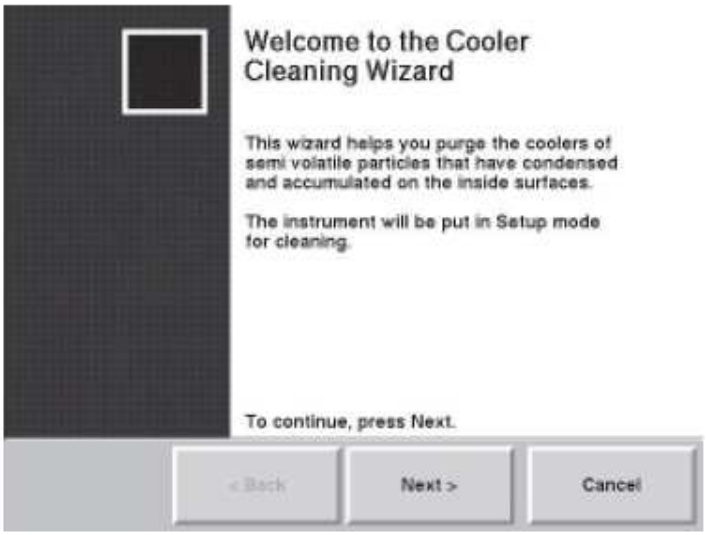
Kühler reinigen

Die Kühler sollten einmal jährlich oder nach Bedarf gereinigt werden. Ein Assistent für die Reinigung der Kühler beschreibt alle notwendigen Schritte. Zusätzliche Informationen finden Sie unten.

Bei der Reinigung wie folgt vorgehen:

1. Klicken Sie im Fenster „1405 TEOM Daten“ auf die Schaltfläche **„Service“**, um in die gleichnamige Anzeige zu gelangen. Klicken Sie dann auf **„Maintenance“** (= Wartung). Es öffnet sich das Fenster „Wartung“ (Abb. 5-3).
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche **„Clean Coolers“** (= Kühler reinigen), um den gleichnamigen Assistenten zu starten (Abb. 5-36). Um mit dem Reinigungsvorgang zu beginnen, bitte auf die Schaltfläche **„Next >“** (= Weiter) klicken.

Figure 5-36. Cooler Cleaning Wizard Welcome screen.

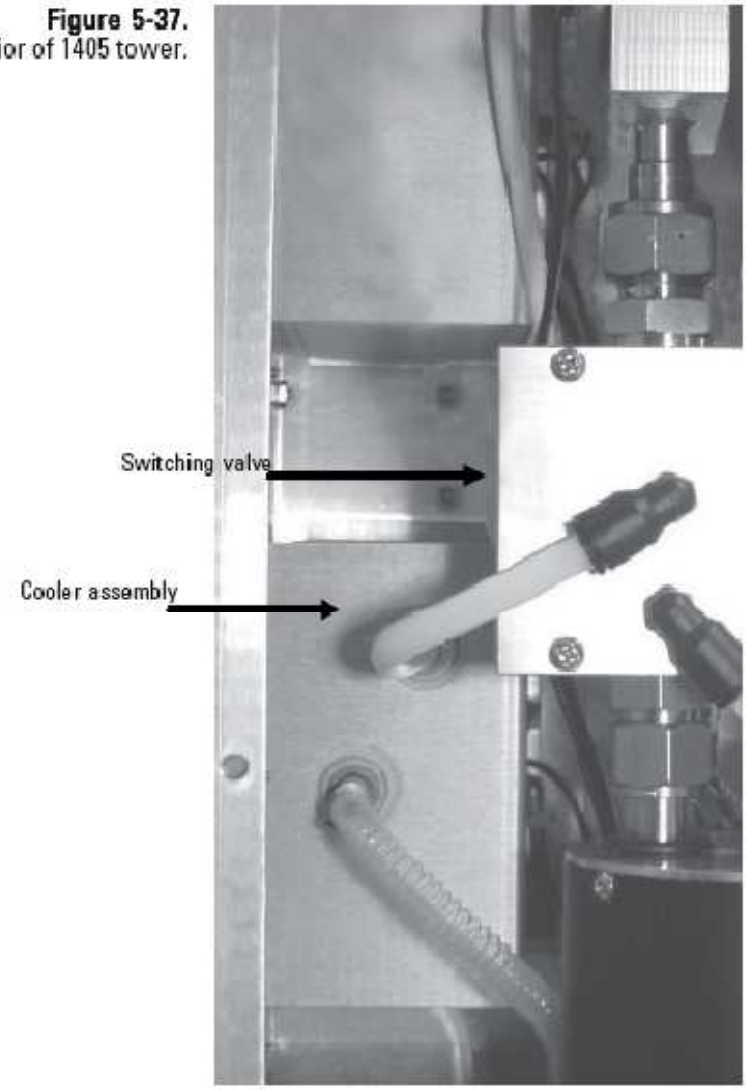

Welcome to the Cooler Cleaning Wizard
This wizard helps you purge the coolers of semi volatile particles that have condensed and accumulated on the inside surfaces.
The instrument will be put in Setup mode for cleaning.
To continue, press Next.
< Back
Next >
Cancel

Reinigungs-Assistent / Willkommen-Bildschirm

3. Es erscheint das Fenster „Remove Filter Cassettes“ (= Filterkassetten entfernen). Öffnen Sie das Türchen (Geräteseitenwand) und nehmen Sie die 47 mm Filterkassette und die Filter heraus. Weitere Informationen finden Sie auch weiter vorne im Abschnitt „47 mm Filter tauschen“. Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).

4. Es erscheint das Fenster „Open Unit“ (= Gerät öffnen). Entfernen Sie die vordere Abdeckung vom Geräte-Tower und lokalisieren Sie die Kühler-Baugruppe, das Umschaltventil und den Vakuumanschluss des Trockners (Abb. 5-37).

Figure 5-37.
Interior of 1405 tower.



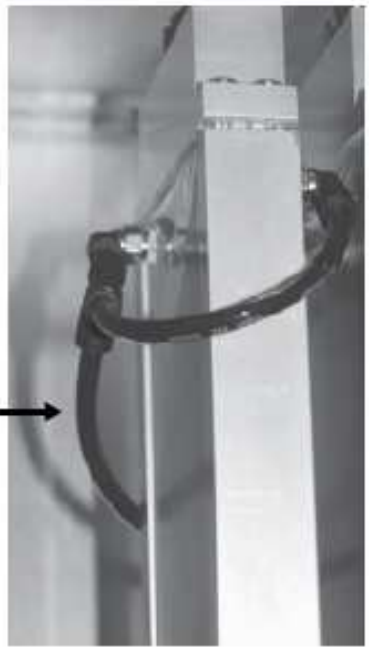
1405 Messgerät - Innenansicht

Cooler assembly	Kühler-Baugruppe
Switching valve	Umschaltventil

5. Entfernen Sie den Schlauch vom oberen und unteren Schnellkupplungs-Fitting der Kühler-Baugruppe (Abb. 5-37). Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).

6. Es erscheint das Fenster „Disconnect Vacuum Line“ (= Vakuumschlauch abziehen). Ziehen Sie die Hauptleitung unten vom T-Anschluss der Vakuumleitung für den Trockner ab (Abb. 5-38 und Abb. 5-39). Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).

Figure 5-38.
Main dryer vacuum line T-fitting.



T-Fitting - Vakuumschlauch

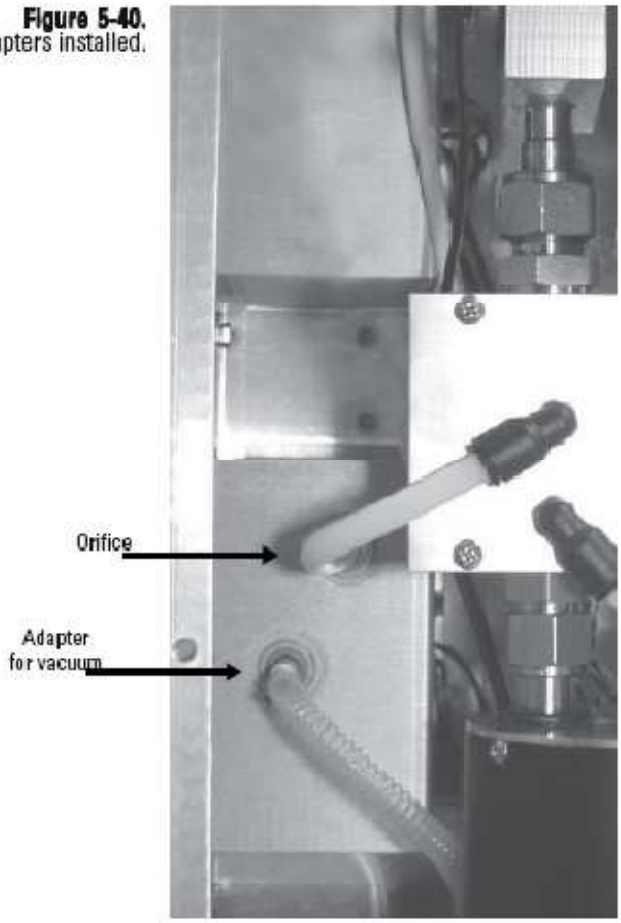
Main dryer vacuum line	Vakuumschlauch Trockner

Figure 5-39.
Main dryer vacuum line removed from T-fitting.

Vom T-Fitting abgezogener Vakuumschlauch

7. Es erscheint das Fenster „Vacuum Line“ (= Vakuumschlauch). Stecken Sie das mitgelieferte Schlauchstück in das Schnellkupplungs-Fitting der Kühler-Baugruppe (Abb. 5-40).

Figure 5-40.
Y-adapters installed.



Installierte Y-Adapter

Orifice	Düse
Y-adapter for vacuum	Y-Adapter für Vakuum

8. Stecken Sie den Vakuumschlauch für den Trockner, der in Schritt Nr. 6 entfernt wurde, unten in den anderen Adapter ein (Abb. 5-40) und befestigen Sie das Schlauchstück unten im Schnellkupplungs-Fitting der Kühler-Baugruppe. Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).

Hinweis: Stellen Sie sicher, dass Sie den mitgelieferten Adapter mit der Düse verwenden. Er drosselt den Durchfluss durch die Kühler auf die richtige Durchflussrate.

9. Das System heizt automatisch den Kühler auf 50°C auf, um diesen zu reinigen. Der Assistent zeigt ein Fenster mit einem Timer. Hier wird angezeigt, wie lange es noch dauert, bis der Reinigungsvorgang abgeschlossen ist (Abb. 5-41).

Figure 5-41. Cleaning channels screen.

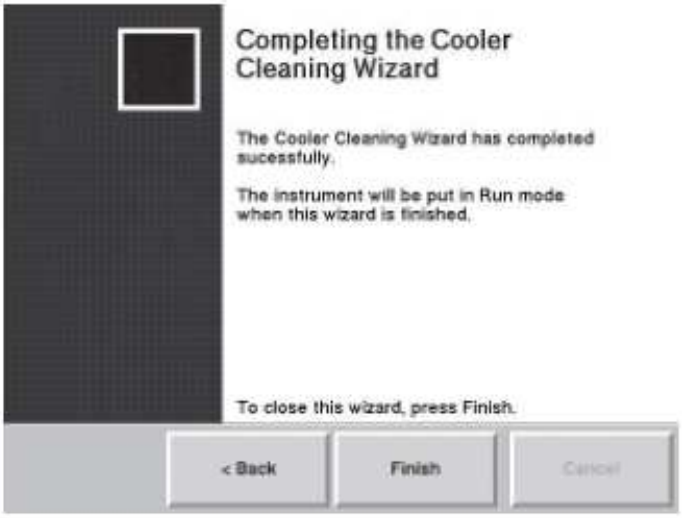
Cleaning channel
Please wait while the Cooler Cleaning Wizard heats up the cooler. The cooler will be heated to 65.0 °C and remain at that temperature for 30 minutes.
Cooler temp: 50.00 °C
Time remaining: 29:17
< Back
Next >
Cancel

Anzeige „Reinigung der Kanäle“

10. Ist der Vorgang abgeschlossen, klicken Sie bitte auf **„Next >“** (= Weiter).
11. Es erscheint das Fenster „Close Unit“ (= Gerät schließen). Ziehen Sie die Adapter wieder ab und bringen Sie die Schläuche wieder an der Kühler-Baugruppe an, wie im Assistenten beschrieben.
12. Setzen Sie die 47 mm Filterkassette (mit neuen Filtern) wieder in das Messgerät ein. Eine Beschreibung, wie die Filterkassetten zu entfernen sind, finden Sie weiter vorne in diesem Handbuch, im Abschnitt „47 mm Filter tauschen“.
13. Abschließend die Abdeckung auf den Tower wieder aufsetzen.

14. Klicken Sie nun auf **„Next >“** (= Weiter). Der Assistent zeigt eine Meldung an, dass der Vorgang abgeschlossen ist (Abb. 5-42). Klicken Sie dann auf die Schaltfläche **„Finish“** (= Beenden), um den Assistenten zu verlassen und in die Bildschirmanzeige „Wartung“ zurückzukehren oder klicken Sie auf **„< Back“** (= Zurück), um wieder zum vorherigen Schritt zurückzukehren.

Figure 5-42. Complete screen.


Completing the Cooler Cleaning Wizard
The Cooler Cleaning Wizard has completed sucessfully.
The instrument will be put in Run mode when this wizard is finished.
To close this wizard, press Finish.
< Back
Finish
Cancel

Anzeige „Vorgang abgeschlossen“

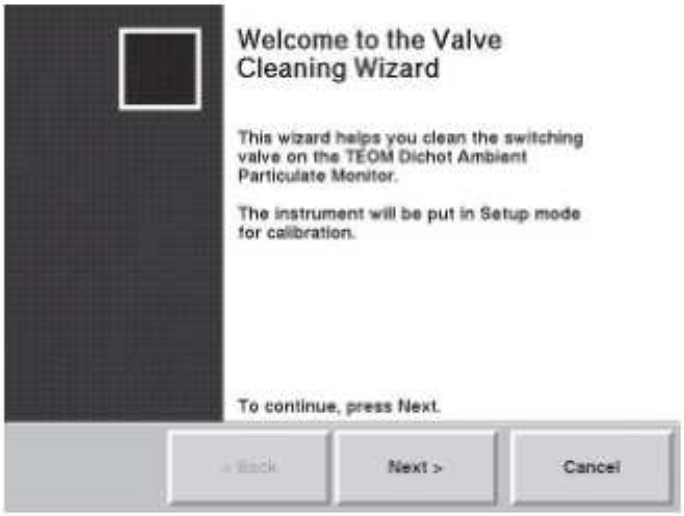
Umschaltventil reinigen

Das Umschaltventil sollte einmal jährlich oder nach Bedarf gereinigt werden.

Gehen Sie hierzu wie folgt vor:

1. Klicken Sie im Fenster „1405 TEOM Daten“ auf die Schaltfläche **„Service“**, um in die gleichnamige Anzeige zu gelangen und dann auf die Schaltfläche **„Maintenance“** (= Wartung), um das Fenster „Wartung“ zu öffnen (Abb. 5-3).
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche **„Clean Switching Valve“** (= Umschaltventil reinigen), um den Assistenten zu starten (Abb. 5-43). Um mit dem Reinigungsvorgang zu beginnen, klicken Sie bitte auf **„Next >“** (= Weiter).

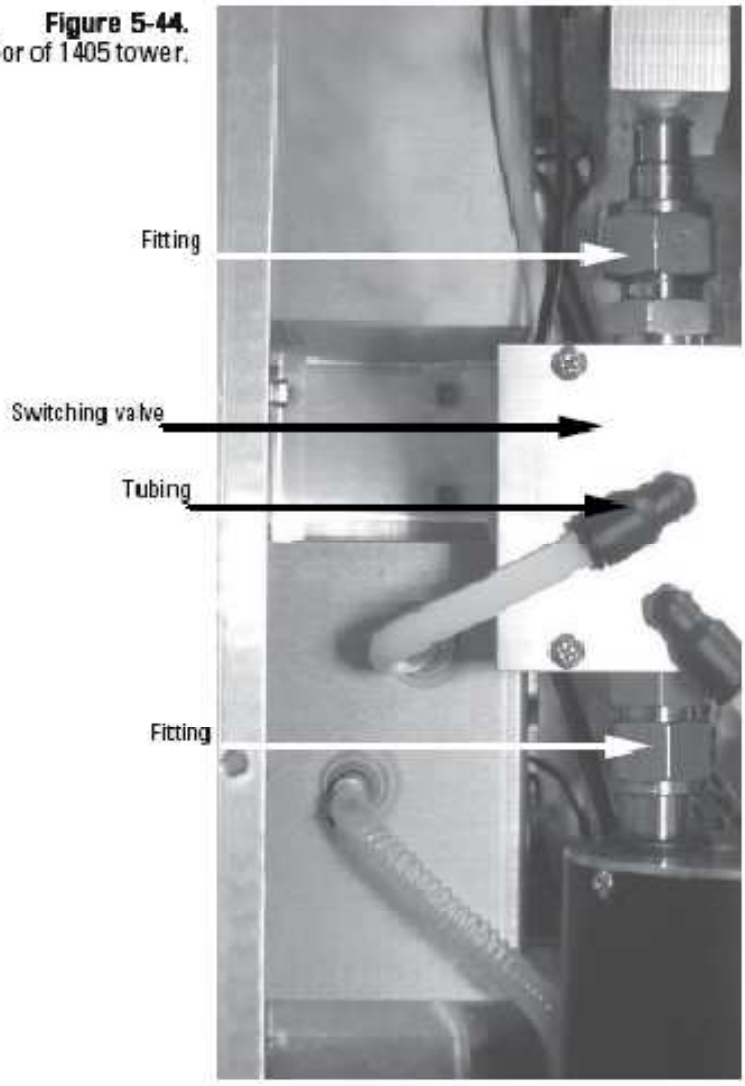
Figure 5-43. Valve Cleaning Wizard Welcome screen.


Welcome to the Valve Cleaning Wizard
This wizard helps you clean the switching valve on the TEOM Dichot Ambient Particulate Monitor.
The instrument will be put in Setup mode for calibration.
To continue, press Next.
< Back
Next >
Cancel

Reinigungs-Assistent / Willkommen-Bildschirm

3. Es erscheint das Fenster „Remove Front Cover“ (= Frontabdeckung entfernen). Nehmen Sie die Frontabdeckung vom Gerät ab und lokalisieren Sie die Lage des Umschaltventils, des Fittings und der Schlauchanschlüsse (Abb. 5-44).
4. Ziehen Sie den Schlauch vom Schnellkupplungs-Fitting des Umschaltventils ab. Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).

Figure 5-44.
Interior of 1405 tower.



1405 Tower - Innenansicht

Fitting	Fitting
Switching valve	Umschaltventil
Tubing	Schlauch
Fitting	Fitting

5. Es erscheint das Fenster „Remove Valve“ (= Ventil entfernen). Lösen Sie mit einem 1” (oder einstellbaren) Schlüssel das Swagelok-Fitting oben am Umschaltventil und das Swagelok-Fitting unten am Umschaltventil (Abb. 5-44 und 5-45).

Figure 5-45.
Removing a valve Swagelok fitting.

Swagelok-Fitting des Ventils entfernen

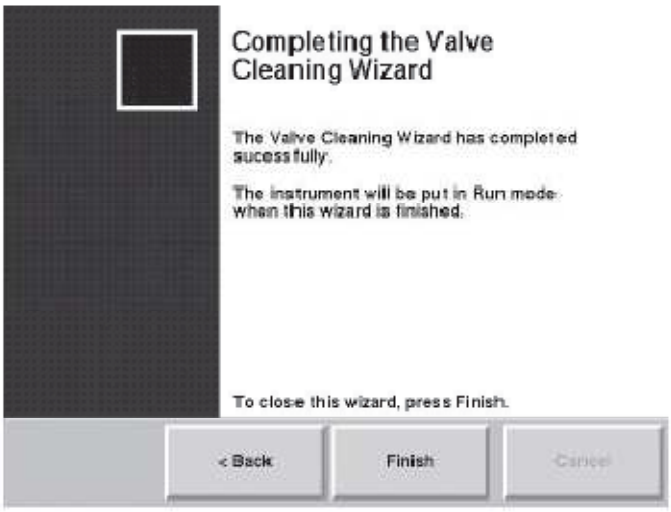
6. Lösen Sie Fitting des Probenahmerohrs auf der oberen Platte des 1405-F Towers und drücken Sie dann den Trockner zurück, während Sie das Umschaltventil leicht anheben und dann teilweise aus dem Tower entfernen. Das Ventil bleibt aber noch über zwei Schläuche verbunden, die zum Kühler führen. Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).
7. Es erscheint das Fenster „Clean Valve“ (= Ventil reinigen). Reinigen Sie die Kammer des Umschaltventils mit der mitgelieferten Bürste (keine Reinigungslösung verwenden) (Abb. 5-46). Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).

Figure 5-46.
Cleaning the valve with the valve brush.

Ventil mit der Ventilbürste reinigen

8. Es erscheint das Fenster „Reinstall“. Setzen Sie das Umschaltventil wieder ins System ein und achten Sie dabei darauf, dass sich das leere Schnellkupplungs-Fitting oberhalb des Umschaltventils befinden.
9. Ziehen Sie die vier Swagelok-Anschlüsse fest. Ziehen Sie diese zunächst handfest an, dann mit 1-1/4 Umdrehungen mit dem Schlüssel festziehen.
10. Stecken Sie den Schlauch wieder in das Schnellkupplungs-Fitting oben am Umschaltventil.
11. Deckel wieder auf das Messgerät aufsetzen und das Fitting des Probenahmerohrs oben auf dem Gerät wieder festziehen. Dann auf **„Next >“** (= Weiter) klicken.
12. Der Assistent zeigt eine Meldung an, dass der Vorgang abgeschlossen ist (Abb. 5-47). Klicken Sie dann auf die Schaltfläche **„Finish“** (= Beenden), um den Assistenten zu verlassen und in die Bildschirmanzeige „Wartung“ zurückzukehren oder klicken Sie auf **„< Back“** (= Zurück), um wieder zum vorherigen Schritt zurückzukehren.

Figure 5-47. Completing the Valve Cleaning Wizard screen.


Completing the Valve Cleaning Wizard
The Valve Cleaning Wizard has completed sucessfully.
The instrument will be put in Run mode when this wizard is finished.
To close this wizard, press Finish.
< Back
Finish
Cancel

Anzeige „Vorgang abgeschlossen“

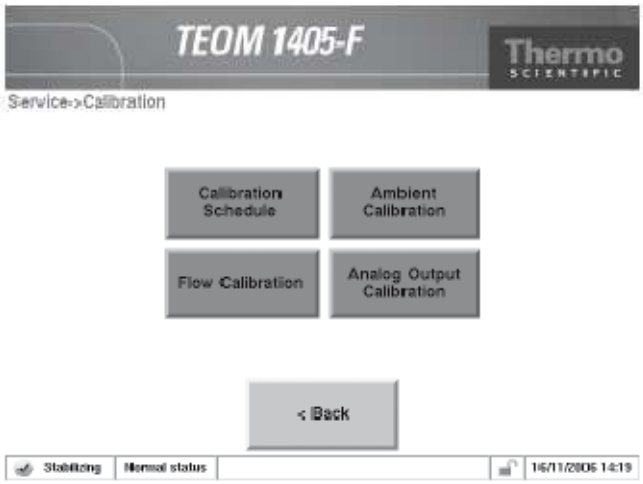
Audit-/Kalibrierung

Thermo Scientific empfiehlt die folgenden, regulären Wartungsarbeiten für das Messgerät TEOM 1405-F:

Umgebungstemperatur	Prüfen/kalibrieren Sie die Messung der Umgebungstemperatur einmal monatlich. Die Temperatur muss vor der Durchflusskalibrierung kalibriert werden.
Umgebungsdruck	Prüfen/kalibrieren Sie die Messung des Umgebungsdrucks einmal monatlich. Der Druck muss vor der Durchflusskalibrierung kalibriert werden.
Durchfluss	Prüfen/kalibrieren Sie den Haupt- und den Bypass-Durchfluss einmal monatlich.
Dichtigkeitsprüfung	Führen Sie einmal monatlich oder nach Bedarf eine Dichtigkeitsprüfung durch (Anweisungen finden Sie in Kapitel 3).
Analogausgänge	Kalibrieren Sie die Analogausgangs-kanäle einmal jährlich oder nach Bedarf, z.B. wen die Einstellung des Spannungsbereichs geändert wird.
Massenmesswertgeber	Prüfen sie die Kalibrierung des Massenmesswertgeber einmal jährlich.

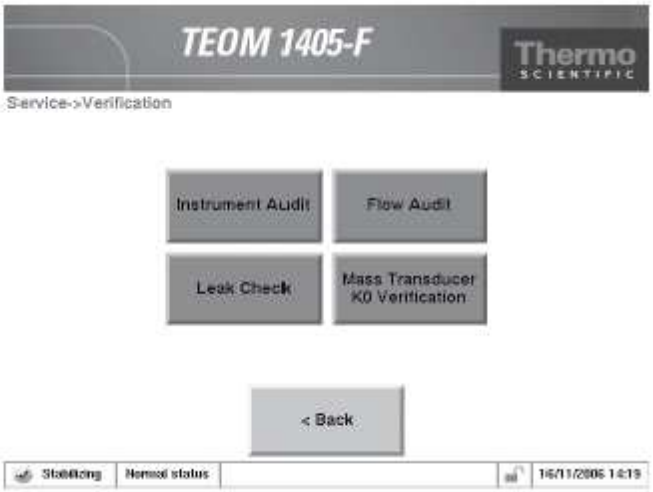
Die TEOM 1405-F Software führt den Bediener schrittweise durch die Kalibrier- und Prüfvorgänge. Klicken Sie auf **„Service“**, um in die gleichnamige Bildschirmanzeige zu gelangen. Klicken Sie dort auf die Schaltfläche **„Verification“** (= Überprüfung) oder **„Calibration“** (= Kalibrierung), um in die entsprechenden Fenster zu gelangen.

Figure 5-48. Calibration screen.



Anzeige „Kalibrierung“

Figure 5-49. Verification screen.



Anzeige „Überprüfung“

Über ein Tastenfeld kann der Bediener Werte in den Kalibrierfenstern eingeben (Abb. 5-50). Immer wenn der Bediener aufgefordert wird, einen Wert einzugeben - wie z.B. extern gemessene Temperatur, Druck oder Durchflussrate etc. - blendet der Kalibrierungs-Assistent automatisch ein Tastenfeld ein. Geben Sie den Wert - wie vom Assistenten vorgegeben – ein und klicken Sie dann auf „Enter“, um den Wert zu bestätigen oder auf „Cancel“ (= Abbruch), um das Tastenfeld zu verlassen und zum Assistenten zurückzukehren.

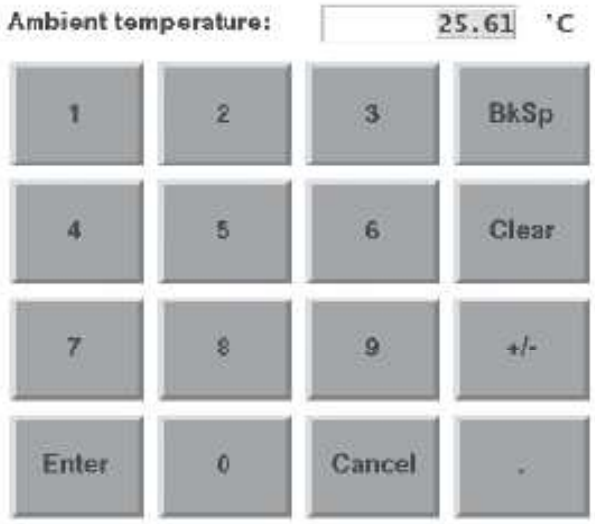


Figure 5-50. Number entry keypad.

Tastenfeld zur Eingabe von Werten

Systemprüfung

Der Bediener kann sofort alle Gerätefunktionen über eine einzige Bildschirmanzeige prüfen. Klicken Sie hierzu in der Ansicht „Verification“ (= Überprüfung) auf die Schaltfläche **„Instrument Audit“**, um in die gleichnamige Ansicht zu gelangen (Abb. 5-51).

Hier werden dem Bediener Temperatur, Durchfluss und andere Werte angezeigt, die er überprüfen kann. Mit Hilfe eines Thermometers oder Barometers an der gewünschten Stelle kann der Bediener die Werte überprüfen, indem er diese mit einem externen Messgerät vergleicht. Durchflusswerte können mit dem Durchflussprüfungs-Assistenten einzeln auf ihre Genauigkeit hin überprüft werden. Informationen wie man ein externes Messgerät an das TEOM 1405-F anschließt finden Sie in den Abschnitten über die Kalibrierung von Durchfluss, Temperatur und Druck.

Figure 5-51.
Instrument Audit screen.

Anzeige „Geräteüberprüfung“

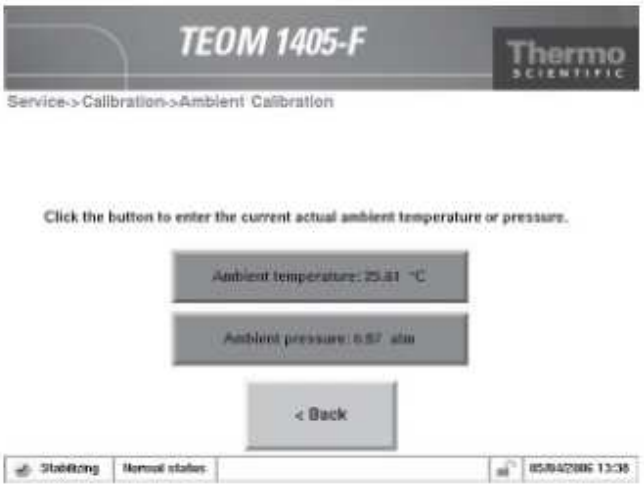
Umgebungs-temperatur kalibrieren

Vor der Durchflusskalibrierung bitte die Umgebungstemperatur und den Druck kalibrieren sowie eine Dichtigkeitsprüfung durchführen (Kapitel 3).

Zur Kalibrierung der Umgebungstemperatur bitte wie folgt vorgehen:

1. Klicken Sie im Fenster „TEOM Daten“ auf die Schaltfläche **„Service“** und in der gleichnamigen Anzeige auf die Schaltfläche **„Calibration“** (= Kalibrierung), um das Fenster „Kalibrierung“ zu öffnen (Abb. 5-32).
2. Über die Schaltfläche **„Ambient Calibration“** (= Umgebungskalibrierung) gelangen Sie in die gleichnamige Bildschirmansicht (Abb. 5-52).

Figure 5-52.
Ambient Calibration screen.



Anzeige „Umgebungskalibrierung“

3. Bestimmen Sie die aktuelle Temperatur (°C) am Umgebungstemperatursensor mit einem externen Thermometer [°C 0 5/9x (°F – 32)].
4. Liegt der gemessene Wert innerhalb einer Toleranz von +/- 2°C zur im Feld **„Ambient Temperatur“** (= Umgebungstemperatur) angezeigten Temperatur, so ist keine weitere Aktion notwendig. Klicken Sie auf **„< Back“** (= Zurück), um wieder ins Fenster „Kalibrierung“ zurückzukehren. Liegt der Wert außerhalb des Toleranzbereichs, dann klicken Sie bitte auf die Schaltfläche **„Ambient Temperature“** (= Umgebungstemperatur). Es erscheint ein Tastenfeld. Geben Sie hier die aktuell, mit dem externen Thermometer gemessene Temperatur ein und bestätigen Sie die Eingabe mit „Enter“. Es erscheint das Fester „Ambient Temperature Calibration“ (= Kalibrierung Umgebungstemperatur) mit dem neu eingegebenen Wert. Mit **„< Back“** (= Zurück) kehren Sie in das Fenster „Kalibrierung“ zurück.

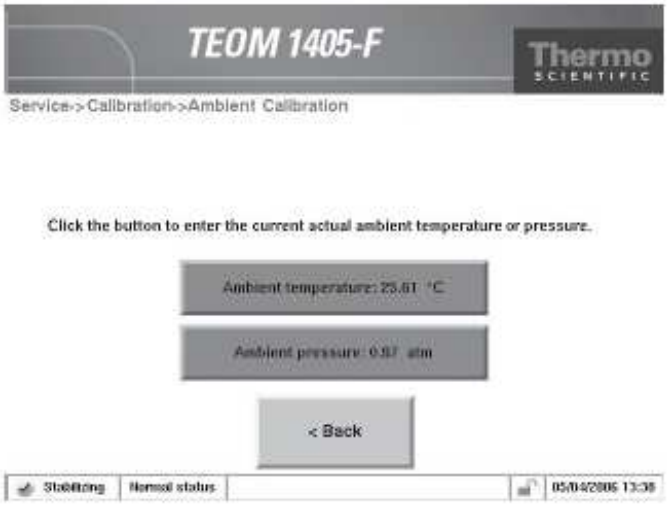
Umgebungsdruck kalibrieren

Vor der Durchflusskalibrierung bitte die Umgebungstemperatur und den Druck kalibrieren sowie eine Dichtigkeitsprüfung durchführen (Kapitel 3).

Zur Kalibrierung des Umgebungsdrucks bitte wie folgt vorgehen:

1. Klicken Sie im Fenster „TEOM Daten“ auf die Schaltfläche **„Service“** und in der gleichnamigen Anzeige auf die Schaltfläche **„Calibration“** (= Kalibrierung), um das Fenster „Kalibrierung“ zu öffnen (Abb. 5-48).
2. Über die Schaltfläche **„Ambient Calibration“** (= Umgebungskalibrierung) gelangen Sie in die gleichnamige Bildschirmansicht (Abb. 5-53).

Figure 5-53.
Ambient Calibration screen.



Anzeige „Umgebungskalibrierung“

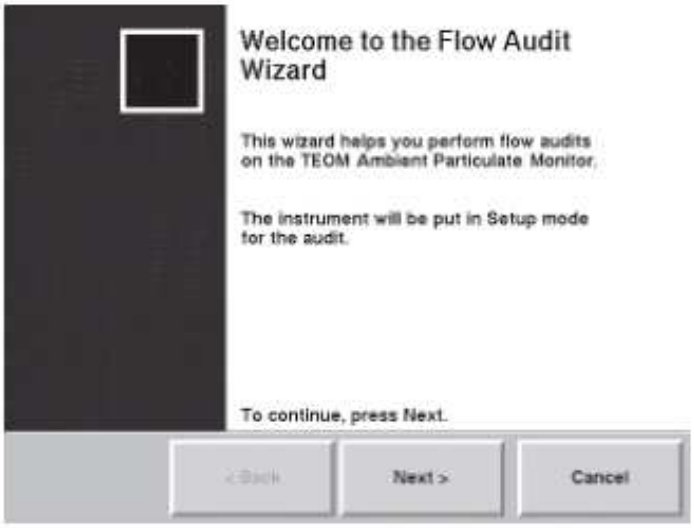
3. Bestimmen Sie den aktuellen Umgebungsdruck in Atmosphären (Absolutwert, nicht auf Meereshöhe korrigiert).
4. Liegt der gemessene Wert innerhalb einer Toleranz von +/- 0,01 atm zum im Feld **„Ambient Pressure“** (= Umgebungsdruck) angezeigten Druck, so ist keine weitere Aktion notwendig. Klicken Sie auf **„< Back“** (= Zurück), um wieder ins Fenster „Kalibrierung“ zurückzukehren. Liegt der Wert außerhalb des Toleranzbereichs, dann klicken Sie bitte auf die Schaltfläche **„Ambient Pressure“** (= Umgebungsdruck). Es erscheint ein Tastenfeld. Geben Sie hier den aktuellen, mit dem externen Messgerät gemessenen Druckwert ein und bestätigen Sie die Eingabe mit „Enter“. Es erscheint das Fester „Ambient Temperature Calibration“ (= Kalibrierung Umgebungstemperatur) mit dem neu eingegebenen Wert. Mit **„< Back“** (= Zurück) kehren Sie in das Fenster „Kalibrierung“ zurück.

Durchflussraten überprüfen

Um den Haupt- oder Bypass-Durchfluss zu überprüfen, bitte folgende Schritte durchführen:

1. Klicken Sie im Fenster „TEOM Daten“ auf die Schaltfläche **„Service“** und in der gleichnamigen Anzeige auf die Schaltfläche **„Verification“** (= Überprüfung), um das Fenster „Überprüfung“ zu öffnen (Abb. 5-49).
2. Über die Schaltfläche **„Flow Audit“** (= Überprüfung Durchfluss) können Sie den entsprechenden Assistenten starten (Abb. 5-54). Klicken Sie dann auf die Schaltfläche **„> Next“** (= Weiter).

Figure 5-54.
Flow Audit Wizard.

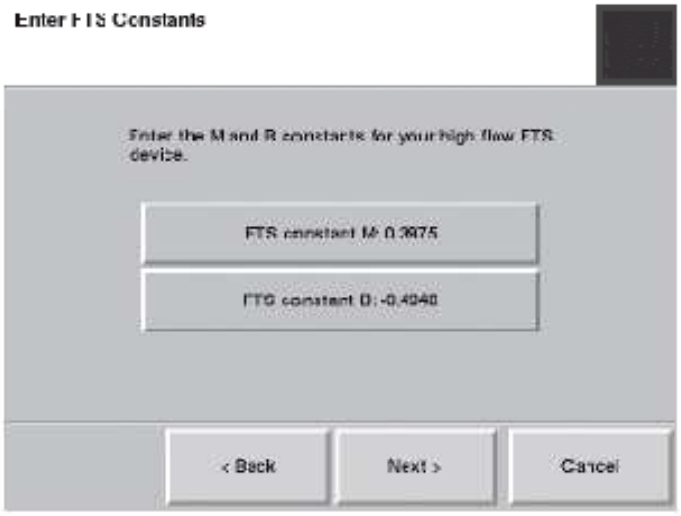

Welcome to the Flow Audit Wizard
This wizard helps you perform flow audits on the TEOM Ambient Particulate Monitor.
The instrument will be put in Setup mode for the audit.
To continue, press Next.
< Back
Next >
Cancel

Assistent / Durchflussüberprüfung

3. Es erscheint das Fenster „Select a Flow Audit Device“ (= Gerät zur Überprüfung des Durchflusses auswählen). Wählen sie das entsprechende Messgerät aus. Über die Schaltfläche „Direct Fow Device“ können Sie den Durchfluss mit einem Messgerät für den direkten Durchfluss überprüfen (Anzeige in „l/Min.“, angepasst an Temperatur und Druck) wie zum Beispiel dem Gerät Streamline Pro. Klickt man die Schaltfläche „FTS“ an, wird der Durchfluss mit Hilfe eines FTS Systems überprüft. Hier sind vom Bediener die Kalibrierkonstante des Geräts und die Druckänderung einzugeben. Klicken Sie dann auf die Schaltfläche **„> Next“** (= Weiter).
4. Es erscheint das Fenster „Select Flow to Audit“ (= zu überprüfender Durchfluss). Wählen Sie hier den Durchflusswert aus, der überprüft werden soll. Klicken Sie dann auf die Schaltfläche **„> Next“** (= Weiter).

Hinweis: Haben Sie im vorherigen Fenster die Option FTS ausgewählt, dann werden Sie vom System dazu aufgefordert, die korrekten Kalibrierkonstanten einzugeben, bevor Sie mit der Überprüfung beginnen (Abb. 5-55).

Figure 5-55. Enter FTS Constants screen.

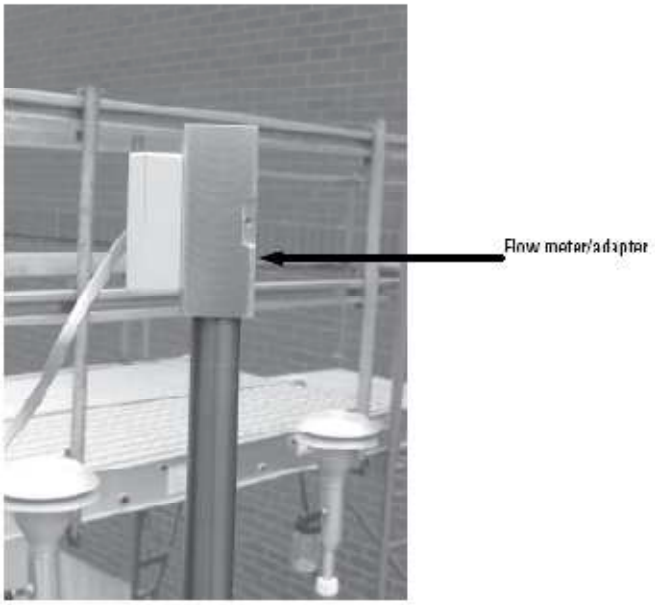

Enter FTS Constants
Enter the M and B constants for your high flow FTS device.
FTS constant M: 0.3975
FTS constant B: -0.4040
< Back
Next >
Cancel

Anzeige „FTS Konstanten eingeben“

5. Es erscheint das Fenster „Connect Flow Audit Device“ (= Gerät anschließen). Schließen Sie einen Durchflussmesser an den entsprechenden Kanal an.

    a. Um den **Hauptdurchfluss-Kanal** zu überprüfen, bitte den Einlass entfernen und oben am Fluss-Splitter den 1 ¼“ Durchflussadapter/Messgerät anschließen (Abb. 5-56). Den Bypass-Schlauch seitlich vom Fluss-Splitter abziehen (bitte nicht auf den Boden fallen lassen) und das Bypass-Fitting mit der mitgelieferten 3/8“ Swagelok-Kappe verschließen (Abb. 5-57).

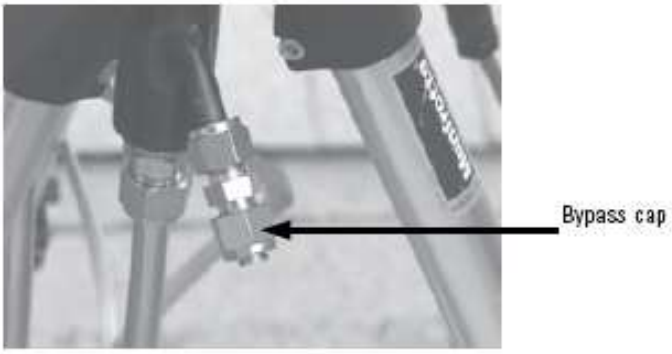
Figure 5-56.
Flow adapter/meter attached to the flow splitter.



Durchflussadapter/-messgerät am Fluss-Splitter

Flow meter / adapter	Durchflussmessser / -adapter

Figure 5-57.
Bypass line capped.



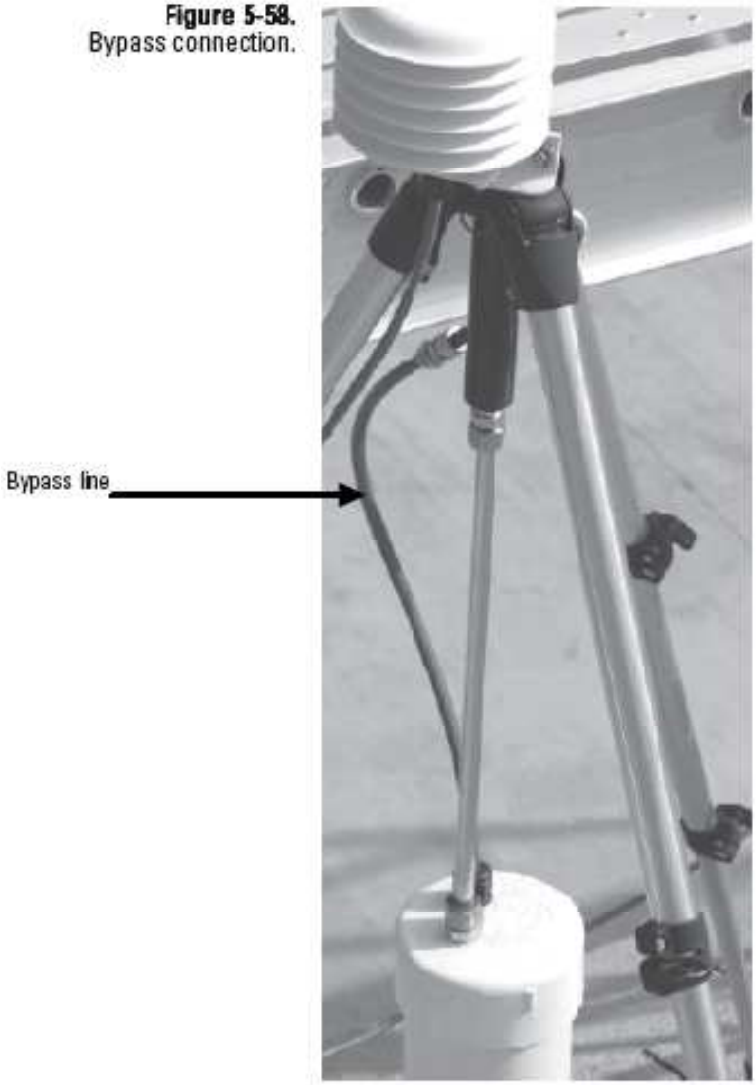
Verschlossene Bypass-Leitung

Bypass cap	Bypass-Kappe

b. Zur Überprüfung des **Bypass-Durchflusskanals** die Bypass-Leitung vom Fluss-Splitter abziehen und den 3/8“ Durchflussadapter am grünen Schlauch der Bypass-Leitung anschließen. Den Durchflussmesser/-adapter am Durchflussprüfadapter anschließen.

Ist der Durchflussmesser angeschlossen, bitte auf **„> Next“** (= Weiter) klicken.

Figure 5-58.
Bypass connection.

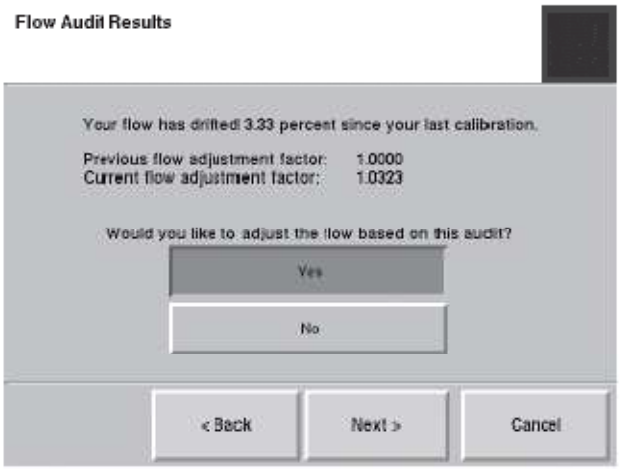


Bypass-Anschluss

Bypass line	Bypass-Leitung

6. Es erscheint das Fenster „Measure Flow“ (= Durchfluss messen). Warten Sie, bis sich der Durchfluss stabilisiert hat. Ist der Wert stabil, klicken Sie bitte auf die Schaltfläche „Flow“ (= Durchfluss) und geben Sie den am Messgerät angezeigten Wert ein. Klicken Sie dann auf die Schaltfläche **„Next >“** (= Weiter).
7. Es erscheint das Fenster „Flow Audit Results“ (= Ergebnis der Durchflussprüfung). Hier werden die unterschiedlichen Werte zwischen Gerät und Messgerät angezeigt (Abb. 5-59). Beträgt der Unterschied weniger als 10%, können Sie die Durchflussrate so einstellen, dass sie dem Wert des Prüfgeräts entspricht. Klicken Sie auf **„Yes“** (= Ja), um den Durchfluss basierend auf den Ergebnissen der Durchflussüberprüfung einzustellen. Klicken Sie auf **„No“** (= Nein), um die ursprüngliche Einstellung beizubehalten. Über die Schaltfläche **„Next >“** (= Weiter) kehren Sie in die Anzeige „Select Flow“ (= Durchfluss auswählen) zurück und können einen anderen Durchflusskanal überprüfen.

Figure 5-59. Flow Audit Results screen.


Flow Audit Results
Your flow has drifted 3.33 percent since your last calibration.
Previous flow adjustment factor: 1.0000
Current flow adjustment factor: 1.0323
Would you like to adjust the flow based on this audit?
Yes
No
< Back
Next >
Cancel

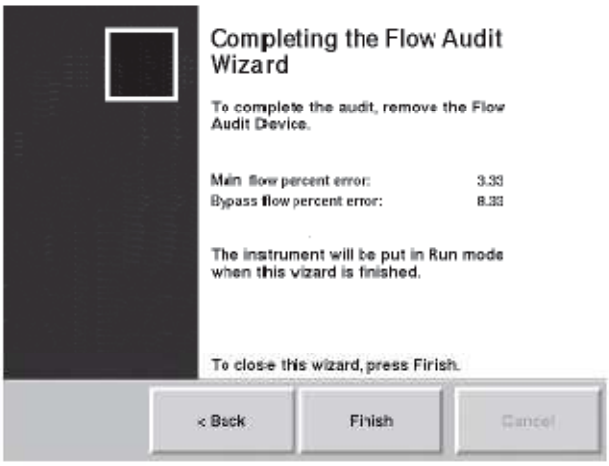
Anzeige „Flow Audit Results“

8. Es erscheint erneut das Fenster „Select Flow to Audit“ (= zu überprüfenden Durchfluss auswählen). Der soeben überprüfte Kanal wir grau hinterlegt am Bildschirm angezeigt, um zu verdeutlichen, dass dieser Kanal bereits überprüft wurde. Möchten Sie einen anderen Kanal überprüfen, dann diesen auswählen und die Schritte 3-8 wiederholen (über den Assistenten), um die Überprüfung der zusätzlichen Durchflusskanäle durchzuführen. Andernfalls bitte sicherstellen, dass kein Durchflusskanal ausgewählt wurde und mit **„Next >“** (= Weiter) fortfahren.

Hinweis: Beträgt die Abweichung mehr als 10%, dann gilt die Überprüfung als fehlgeschlagen und eine Dichtigkeitsprüfung / Durchflusskalibrierung des Geräts ist erforderlich.

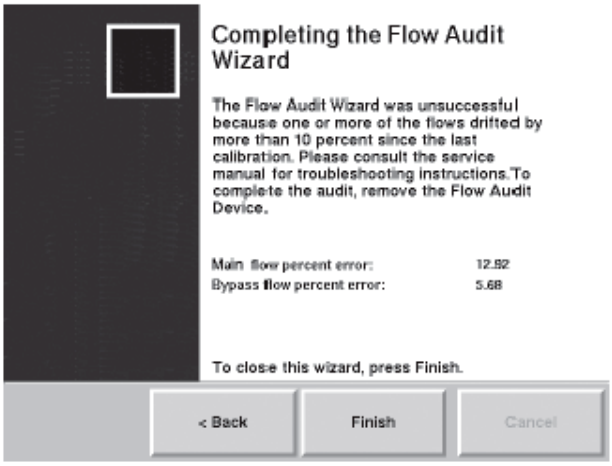
9. Es erscheint das Fenster „Completing the Flow Audit Wizard“ (= Assistent Durchflussprüfung beenden) (Abb. 5-60). Entfernen Sie den Durchflussmesser und den/die Durchflussadapter und montieren Sie den Einlass wieder auf das Gerät. Vergewissern Sie sich, dass alle Leitungen – einschließlich Bypass-Leitung – wieder angeschlossen werden. Klicken Sie auf **„Finish“** (= Beenden), um den Assistenten zu verlassen und zu den Anzeigen „Verification & Calibration“ (= Überprüfung und Kalibrierung“ zurückzukehren oder klicken Sie auf **„< Back“** (= Zurück), um zum vorherigen Schritt zurückzukehren.

Figure 5-60.
Finish screen with flow audit results.


Completing the Flow Audit Wizard
To complete the audit, remove the Flow Audit Device.
Main flow percent error: 3.33
Bypass flow percent error: 8.33
The instrument will be put in Run mode when this wizard is finished.
To close this wizard, press Finish.
< Back
Finish
Cancel

Anzeige „Beenden“ mit Ergebnissen der Prüfung

Figure 5-61.
Finish screen with a failed audit.


Completing the Flow Audit Wizard
The Flow Audit Wizard was unsuccessful because one or more of the flows drifted by more than 10 percent since the last calibration. Please consult the service manual for troubleshooting instructions.To complete the audit, remove the Flow Audit Device.
Main flow percent error: 12.92
Bypass flow percent error: 5.68
To close this wizard, press Finish.
< Back
Finish
Cancel

Anzeige „Beenden“ – Prüfung fehlgeschlagen

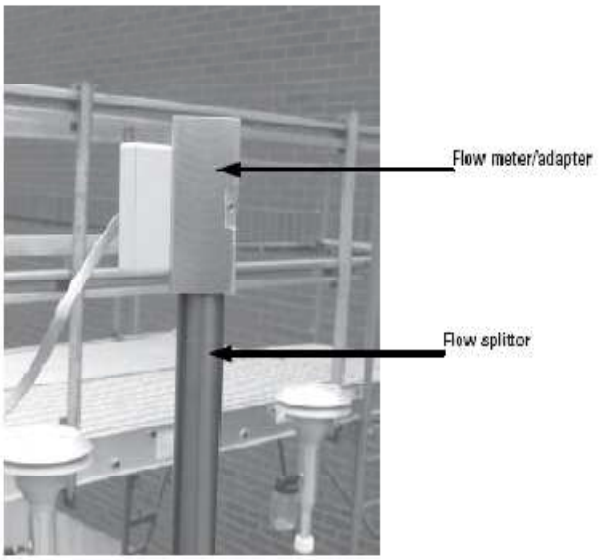
Durchflussraten kalibrieren

Vor der Durchflusskalibrierung bitte eine Kalibrierung der Temperatur und des Drucks sowie eine Dichtigkeitsprüfung durchführen (Kapitel 3). Zur Kalibrierung (oder Überprüfung) des Hauptdurchflusskanals und des Bypass-Kanals benötigen Sie einen 1 ¼“ Durchflussadapter, einen 3/8“ Swagelok Durchflussadapter und einen Durchflussmesser (Messgerät).

Die Referenz-Messgeräte wie z.B. Blasenmessgerät, Trockengasmesser oder Massenflussmesser sollten erst kürzlich kalibriert worden sein und eine Genauigkeit von +/- 1% bei 3 l/Min. und 16,67 l/Min. sowie einen Druckabfall von weniger als 0,07 bar (1 psi) aufweisen. Bei Verwendung eines Massendurchflussmessers muss der Bediener notwendige Korrekturen vornehmen, um die angezeigten Werte in einen Volumenwert l/min. bei der aktuellen Umgebungstemperatur und Luftdruck umzusetzen. Wird ein Volumenstrommesser verwendet, ist keine Anpassung notwendig. Thermo Scientific bietet zur Messung des Volumenstroms das Streamline Pro Multi-Cal System an (57-008887).

Hinweis: Zur Messung des Gesamtdurchflusses benötigen Sie einen 1 ¼“ Durchflussadapter. Entfernen Sie den Einlass und setzen Sie den Durchflussadapter und das Messgerät oben auf dem Einlassrohr auf. (Abb. 5-62).

Figure 5-62.
Flow meter/adapter attached to top of inlet tube for total flow audit



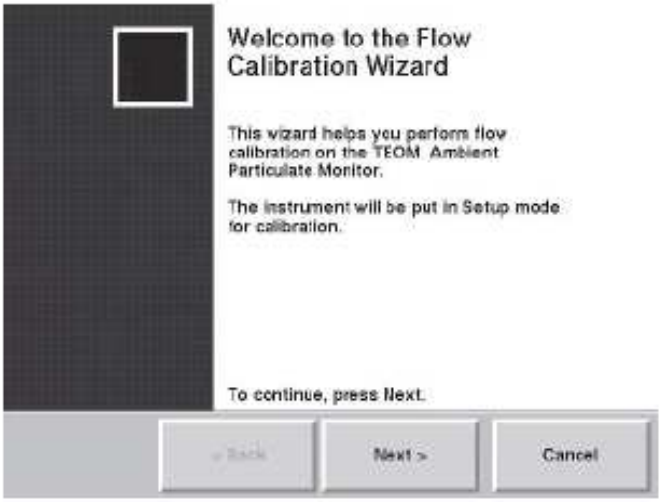
Durchflussmesser/ -adapter am Einlassrohr zur Messung/Überprüfung des Gesamtdurchflusses

Flow meter / adapter	Durchflussmesser/ - adapter
Flow splitter	Fluss-Splitter

Zur Kalibrierung des Haupt-- oder Bypass-Durchflusses bitte wie folgt vorgehen:

1. Klicken Sie im Fenster „TEOM Daten“ auf die Schaltfläche **„Service“** und in der gleichnamigen Anzeige auf die Schaltfläche **„Calibration“** (= Kalibrierung), um das Fenster „Kalibrierung“ zu öffnen (Abb. 5-49).
2. Klicken Sie dann auf **„Flow Calibration“** (= Kalibrierung Durchfluss), um den entsprechenden Assistenten zu starten (Abb. 5-63). Starten Sie die Kalibrierung über die Schaltfläche „> Next“ (= Weiter).

Figure 5-63. Welcome to the Flow Calibration Wizard screen.


Welcome to the Flow Calibration Wizard
This wizard helps you perform flow calibration on the TEOM Ambient Particulate Monitor.
The instrument will be put in Setup mode for calibration.
To continue, press Next.
< Back
Next >
Cancel

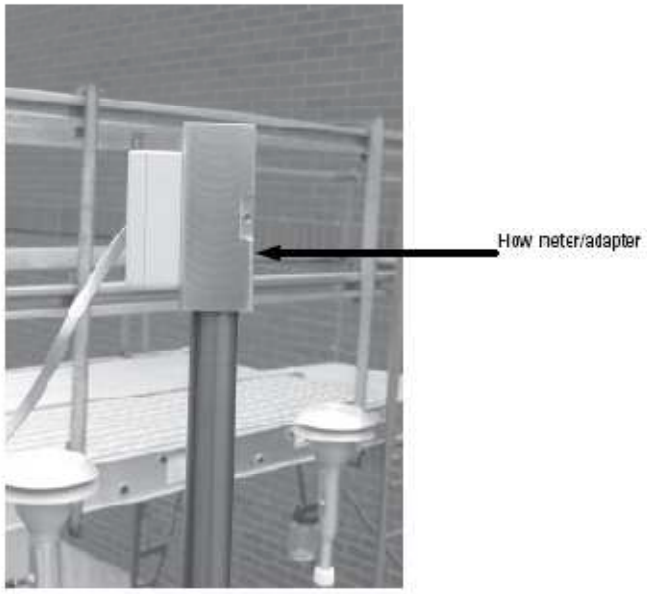
Anzeige „Kalibrier-Assistent“ - Willkommen

3. Es erscheint das Fenster „Select a Flow Calibration Device“ (= Gerät zur Kalibrierung des Durchflusses auswählen). Wählen sie das entsprechende Messgerät aus. Über die Schaltfläche „Direct Fow Device“ können Sie den Durchfluss mit einem Messgerät für den direkten Durchfluss überprüfen (Anzeige in „l/Min.“, angepasst an Temperatur und Druck) wie zum Beispiel dem Gerät Streamline Pro. Klickt man die Schaltfläche „FTS“ an, wird der Durchfluss mit Hilfe eines FTS Systems überprüft. Hier sind vom Bediener die Kalibrierkonstante des Geräts und die Druckänderung einzugeben. Klicken Sie dann auf die Schaltfläche **„Next >“** (= Weiter).
4. Es erscheint das Fenster „Select Flow to Calibrate“ (= zu kalibrierender Durchfluss). Klicken Sie auf **„Calibrate Main Flow“** (= Hauptdurchfluss kalibrieren“ oder **„Calibrate Bypass Flow“** (=Bypassdurchfluss kalibrieren), um den ausgewählten Durchfluss zu kalibrieren. Klicken Sie dann auf die Schaltfläche **„Next >“** (= Weiter).

5. Der Assistent fordert den Bediener auf, einen Durchflussmesser an den entsprechenden Kanal anzuschließen.

    a. Um den **Hauptdurchfluss-Kanal** zu kalibrieren, bitte den Einlass entfernen und oben am Fluss-Splitter den 1 ¼“ Durchflussadapter/Messgerät anschließen (Abb. 5-64). Den Bypass-Schlauch seitlich vom Fluss-Splitter abziehen (bitte nicht auf den Boden fallen lassen) und das Bypass-Fitting mit der mitgelieferten 3/8“ Swagelok-Kappe verschließen (Abb. 5-65).

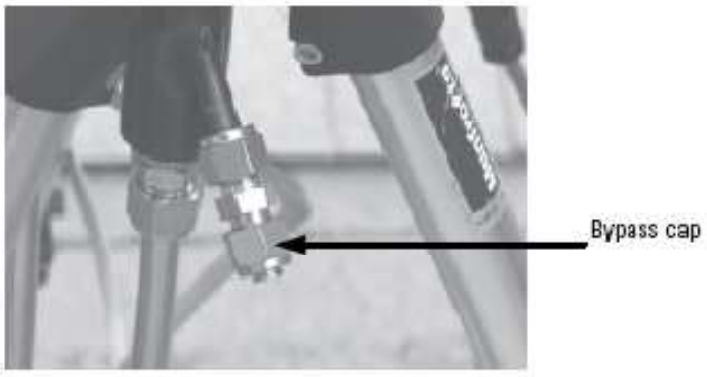
Figure 5-64.
Flow adapter/meter attached to the flow splitter.



Durchflussadapter/-messgerät am Fluss-Splitter

Flow meter / adapter	Durchflussmessser / -adapter

Figure 5-65.
Bypass line capped.



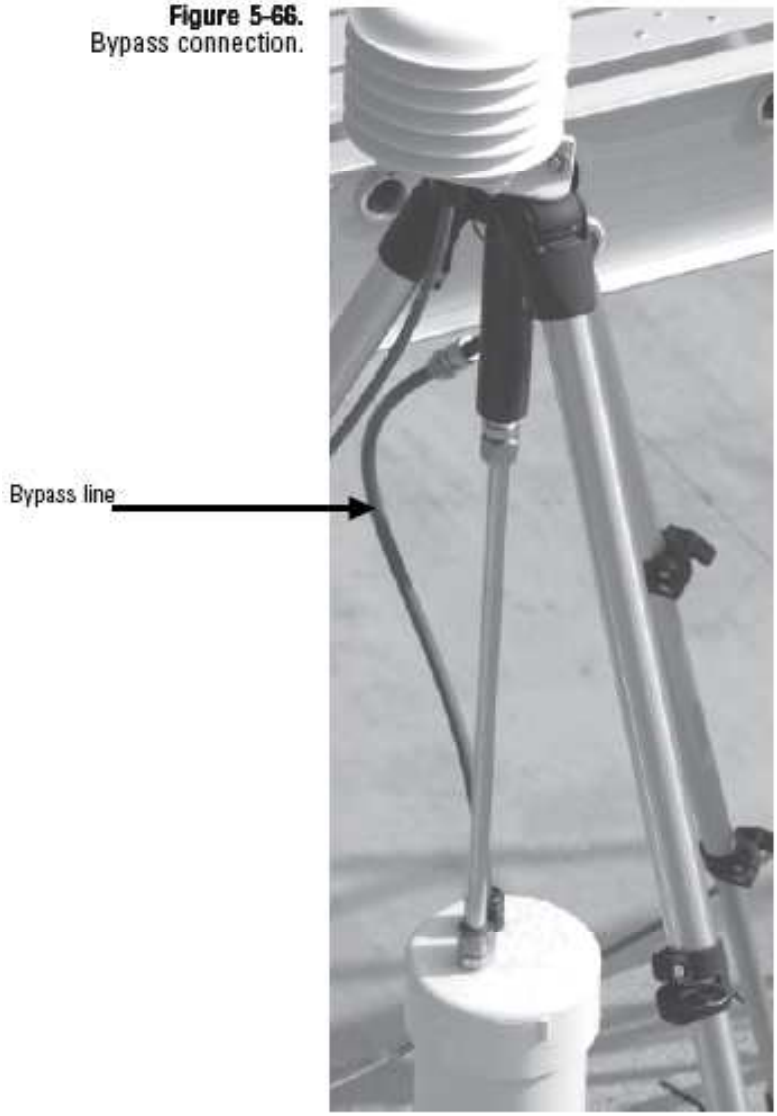
Verschlossene Bypass-Leitung

Bypass cap	Bypass-Kappe

b. Zur Überprüfung des **Bypass-Durchflusskanals** die Bypass-Leitung vom Fluss-Splitter abziehen und den 3/8“ Durchflussadapter am grünen Schlauch der Bypass-Leitung anschließen. Den Durchflussmesser/-adapter am Durchflussprüfadapter anschließen.

Ist der Durchflussmesser an den richtigen Kanal angeschlossen, bitte auf **„Next >“** (= Weiter) klicken.

Figure 5-66.
Bypass connection.



Bypass-Anschluss

Bypass line	Bypass-Leitung

6. Der Assistent zeigt ein Fenster, welches wiederum den aktuellen, unteren Grenzwert für die Durchflussrate in der Schaltfläche **„TEOM Flow rate“** anzeigt (wie vom Gerät gemessen) (Abb. 5-67). Warten Sie, bis sich der Durchfluss stabilisiert hat. Klicken Sie dann auf die Schaltfläche **„TEOM flow rate“** (= TEOM Durchflussrate) und geben Sie den aktuellen, vom Durchflussmesser gemessenen Durchfluss über das Tastenfeld ein (auf zwei Dezimalstellen genau) und klicken Sie dann auf „Enter“. Der neu eingegebene Wert erscheint in der Schaltfläche **„TEOM flow rate“.** Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).

Figure 5-67. Flow Calibration screen.

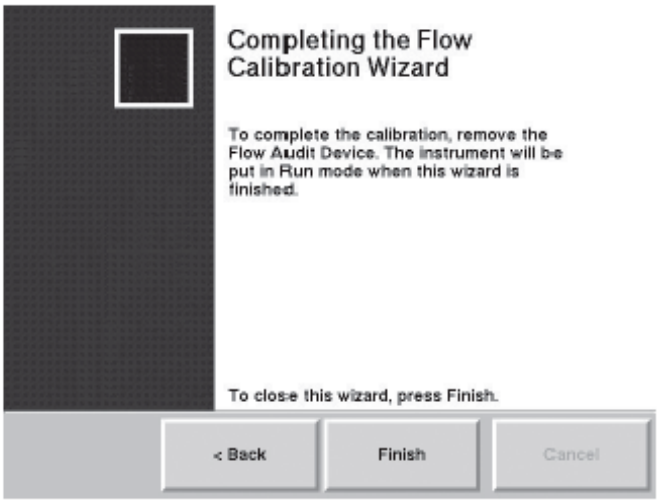
Anzeige „Durchfluss-Kalibrierung“

7. Der Assistent zeigt ein Fenster, welches wiederum den aktuellen, oberen Grenzwert für die Durchflussrate in der Schaltfläche **„TEOM Flow rate“** anzeigt (wie vom Gerät gemessen). Warten Sie, bis sich der Durchfluss stabilisiert hat. Klicken Sie dann auf die Schaltfläche **„TEOM flow rate“** (= TEOM Durchflussrate) und geben Sie den aktuellen, vom Durchflussmesser gemessenen Durchfluss über das Tastenfeld ein (auf zwei Dezimalstellen genau) und klicken Sie dann auf „Enter“. Der neu eingegebene Wert erscheint in der Schaltfläche **„TEOM flow rate“**. Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).
8. Der Assistent zeigt ein Fenster, welches nun den aktuellen Grenzwert für die Durchflussrate in der Schaltfläche **„TEOM Flow rate“** anzeigt (wie vom Gerät gemessen). Warten Sie, bis sich der Durchfluss stabilisiert hat. Klicken Sie dann auf die Schaltfläche **„TEOM flow rate“** (= TEOM Durchflussrate) und geben Sie den aktuellen, vom Durchflussmesser gemessenen Durchfluss über das Tastenfeld ein (auf zwei Dezimalstellen genau) und klicken Sie dann auf „Enter“. Der neu eingegebene Wert erscheint in der Schaltfläche **„TEOM flow rate“**. Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).

9. Nachdem der dritte Wert eingegeben wurde, erscheint wieder das Fenster „Select Flow to Calibrate“ (= zu kalibrierender Durchfluss). Der gerade kalibrierte Kanal wir grau hinterlegt am Bildschirm angezeigt, um zu verdeutlichen, dass dieser Kanal bereits kalibriert wurde. Möchten Sie einen anderen Kanal kalibrieren, dann diesen auswählen und die Schritte 4-9 wiederholen (über den Assistenten), um die Kalibrierung der zusätzlichen Durchflusskanäle durchzuführen. Andernfalls bitte sicherstellen, dass kein Durchflusskanal ausgewählt wurde und mit **„Next >“** (= Weiter) fortfahren.
10. Es erscheint das Fenster „Completing the Flow Calibration Wizard“ (= Assistent Durchflusskalibrierung beenden) (Abb. 5-68). Entfernen Sie den Durchflussmesser und den/die Durchflussadapter und montieren Sie den Einlass wieder auf das Gerät. Vergewissern Sie sich, dass alle Leitungen – einschließlich Bypass-Leitung – wieder angeschlossen werden. Klicken Sie auf **„Finish“** (= Beenden), um den Assistenten zu verlassen und zur Anzeige „Calibration“ (= Kalibrierung) zurückzukehren oder klicken Sie auf **„< Back“** (= Zurück), um zum vorherigen Schritt zurückzukehren.

Hinweis: Möchten Sie den Gesamtdurchfluss nach der Kalibrierung überprüfen, siehe Abb. 5-62.

Figure 5-68. Completing the Flow Calibration Wizard screen.


Completing the Flow Calibration Wizard
To complete the calibration, remove the Flow Audit Device. The instrument will be put in Run mode when this wizard is finished.
To close this wizard, press Finish.
< Back
Finish
Cancel

Anzeige „Assistent Durchflusskalibrierung beenden“

Analogausgänge kalibrieren

Mit dem Assistenten zur Kalibrierung der Analogausgänge kann der Bediener acht (8) Analogausgangskanäle entweder auf 0-1 VDC oder 0-5 VDC kalibrieren.

Hinweis: Bei Arbeiten an der System-Elektronik immer die entsprechenden Antistatik-Geräte verwenden.

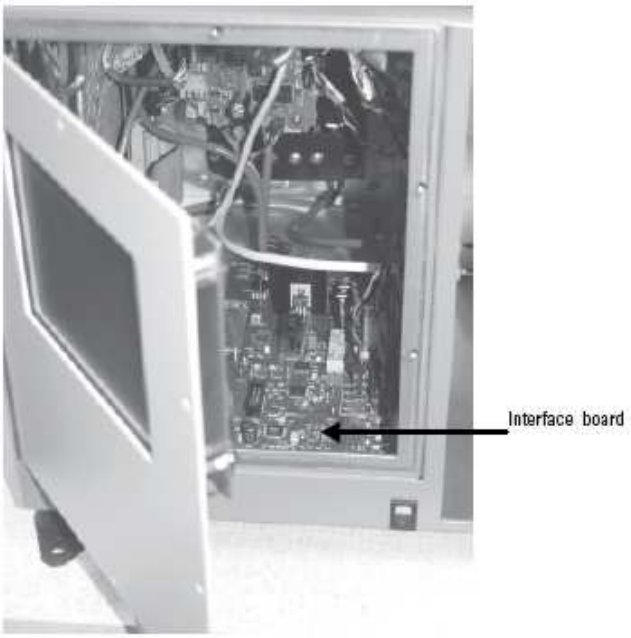
Die Analogausgänge bitte wie folgt kalibrieren:

1. Antistatik-Armband anziehen. Das andere Ende des Armbands am Gehäuse der Steuereinheit befestigen, um evtl. vorhandene elektrostatische Ladungen abzuführen.

Hinweis: Bei Arbeiten an der System-Elektronik immer die entsprechenden Antistatik-Geräte verwenden.

2. Gehäusetüre öffnen (Abb. 5-69) und die unten montierte Interface-Karte lokalisieren.

Figure 5-69. 1405-DF unit with left door open.



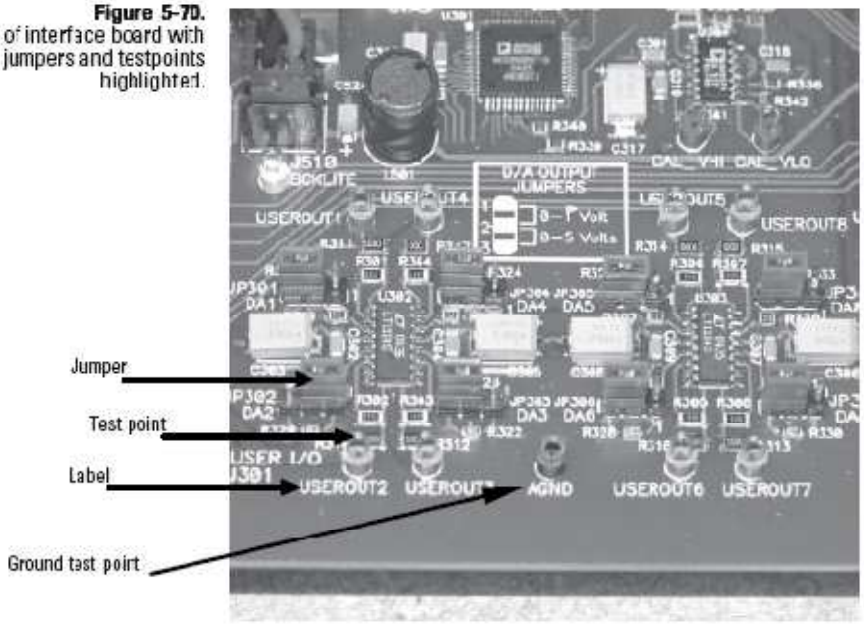
Messgerät 1405-F mit geöffneter Tür

Interface board	Interface-Karte

3. Orten sie die Jumper der Analogausgänge und die Prüfpunkte vorne auf der Platine und stellen Sie sicher, dass der Jumper für den Kanal, den Sie kalibrieren, auf den korrekten Spannungsgrenzwert eingestellt ist (Abb. 5-70 und 5-71).

Hinweis: Stellen Sie den Jumper auf den rechten und mittleren Pfosten (abgebildet) auf 0-1 VDC und über die mittleren und linken Pfosten auf 0-5 VDC ein.

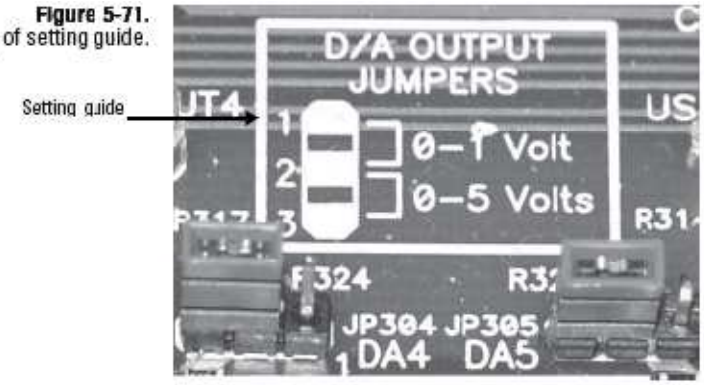
Figure 5-70.
Front of interface board with jumpers and testpoints highlighted.



Interface-Platine mit gekennzeichneten Jumpern und Prüfpunkten

Jumper	Jumper
Test point	Prüfpunkt
Label	Beschriftung
Ground test point	GND Prüfpunkt

Figure 5-71.
Close-up of setting guide.



Nahaufnahme der Einstellung

Setting guide	Einstellanleitung

4. Klicken Sie in der Ansicht „1405 Daten“ auf die Schaltfläche **„Service“** und dann in der Ansicht „Service“ auf die Schaltfläche **„Calibration“** (= Kalibrierung), um in die gleichnamige Ansicht zu gelangen (Abb. 5-48).
5. Zum Starten des Assistenten zur Kalibrierung der Analogausgänge bitte auf die Schaltfläche **„Analog Output Calibration“** (= Kalibrierung Analogausgänge) klicken (Abb. 5-72). Mit **„Next >“** (= Weiter) den Kalibriervorgang starten.

Figure 5-72. Welcome to the Analog Output Calibration Wizard screen.

Welcome to the Analog Output Calibration Wizard
This wizard helps you perform analog output calibration on the TEOM Dichot Ambient Particulate Monitor.
To continue, press Next.
< Back
Next >
Cancel

Assistent „Kalibrierung Analogausgänge - Willkommen“

6. Es erscheint das Fenster „Select Channel to Calibrate“ (= zu kalibrierenden Kanal auswählen) (Abb. 5-73). Wählen Sie den Analogausgangskanal, den Sie kalibrieren möchten. Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).

Figure 5-73. Select Channel to Calibrate screen.

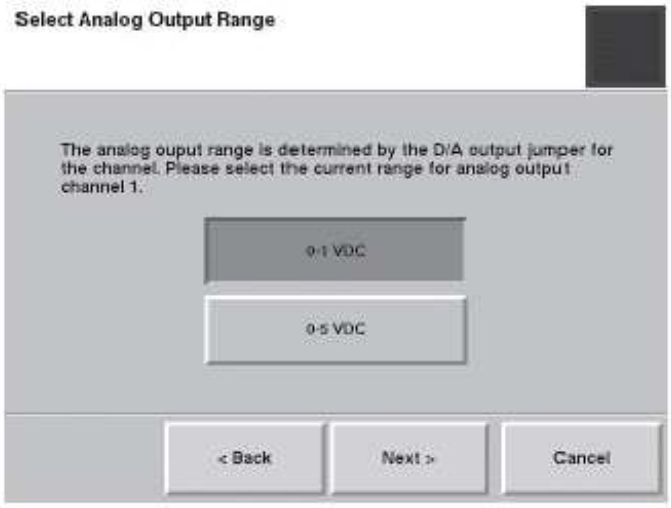
Select Channel to Calibrate
Select the analog output channel you wish to calibrate. To complete the wizard, make sure no channels are selected and click "Next"
Analog Output Channel 1
Analog Output Channel 2
Analog Output Channel 3
Analog Output Channel 4
Analog Output Channel 5
Analog Output Channel 6
Analog Output Channel 7
Analog Output Channel 8
< Back
Next >
Cancel

Anzeige „Zu kalibrierender Kanal“

7. Es erscheint die Anzeige „Select Output Range“ (= Ausgangsbereich wählen) (Abb. 5-74). Wählen Sie nun den Spannungsbereich für den Analogausgang. Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).

Hinweis: Vergewissern Sie sich, dass der für den Analogausgangskanal ausgewählte Spannungsbereich mit der am Jumper eingestellten Spannung übereinstimmt (Schritt 3).

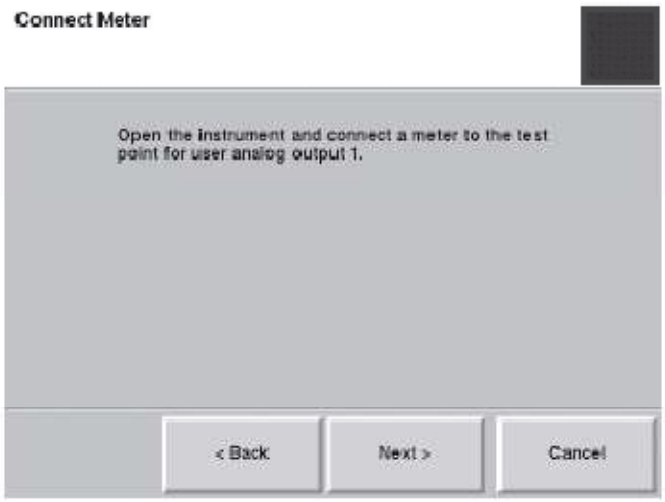
Figure 5-74. Select Analog Output Range screen


Select Analog Output Range
The analog ouput range is determined by the D/A output jumper for the channel. Please select the current range for analog output channel 1.
0-1 VDC
0-5 VDC
< Back
Next >
Cancel

Anzeige „Analogausgangsbereich wählen“

8. Es erscheint die Anzeige „Connect Meter“ (= Messgerät anschließen) (Abb. 5-75). Orten Sie den Prüfpunkt (Abb. 5-70) für den zu kalibrierenden Analogausgang und schließen Sie ein auf VDC eingestelltes Spannungsmessgerät an den Prüfpunkt und an den GND Prüfpunkt auf der Platine an. Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).

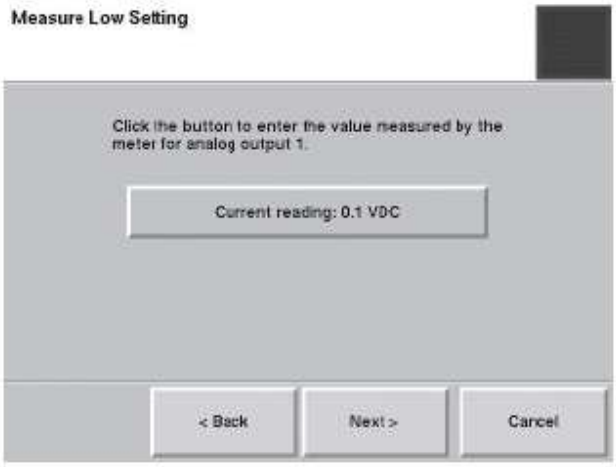
Figure 5-75. Connect Meter screen.



Anzeige „Messgerät anschließen“

9. Es erscheint die Anzeige „Measure Low Setting“ (= untere Einstellung messen) (Abb. 5-76). Vergleichen Sie den angezeigten Wert auf dem Spannungsmessgerät mit der Anzeige im Display. Weichen die beiden Werte voneinander ab, dann klicken Sie auf die Schaltfläche **„Current reading“** (= Aktuelle Anzeige), um das Tastenfeld anzuzeigen und den aktuell angezeigten Wert einzugeben. Klicken Sie auf „Enter“, um die Eingabe zu bestätigen. Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).

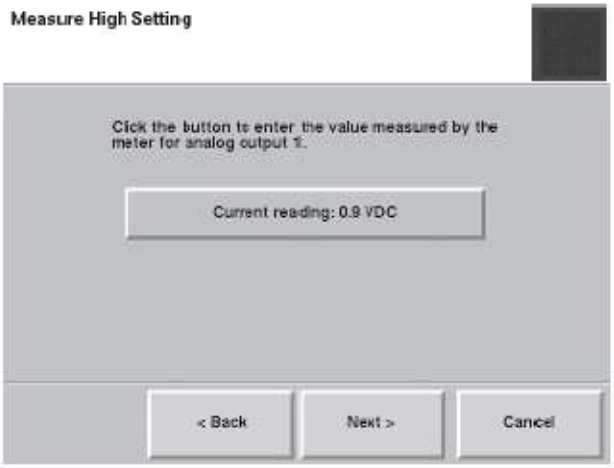
Figure 5-76. Measure Low Setting screen.


Measure Low Setting
Click the button to enter the value measured by the meter for analog output 1.
Current reading: 0.1 VDC
< Back
Next >
Cancel

Anzeige „Untere Einstellung messen“

10. Es erscheint die Anzeige „Measure High Setting“ (= obere Einstellung messen) (Abb. 5-77). Vergleichen Sie den angezeigten Wert auf dem Spannungsmessgerät mit der Anzeige im Display. Weichen die beiden Werte voneinander ab, dann klicken Sie auf die Schaltfläche **„Current reading“** (= Aktuelle Anzeige), um das Tastenfeld anzuzeigen und den aktuell angezeigten Wert einzugeben. Klicken Sie auf „Enter“, um die Eingabe zu bestätigen. Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).

Figure 5-77. Measure High Setting screen.

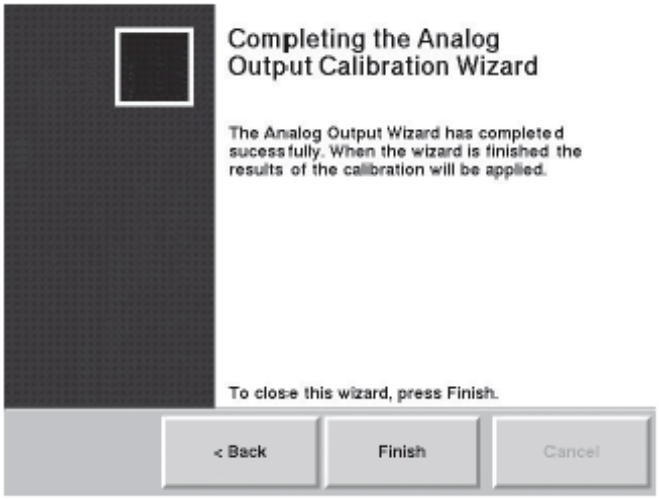

Measure High Setting
Click the button to enter the value measured by the meter for analog output 1.
Current reading: 0.9 VDC
< Back
Next >
Cancel

Anzeige „Obere Einstellung messen“

11. Es erscheint erneut das Fenster „Select Channel to Calibrate“ (= zu kalibrierenden Kanal auswählen). Der gerade kalibrierte Kanal wir grau hinterlegt am Bildschirm angezeigt, um zu verdeutlichen, dass dieser Kanal bereits kalibriert wurde. Möchten Sie einen anderen Analogausgangskanal kalibrieren, dann diesen auswählen und die Schritte 1-9 wiederholen (über den Assistenten), um die Kalibrierung der zusätzlichen Kanäle durchzuführen. Andernfalls bitte sicherstellen, dass kein Analogausgangskanal ausgewählt wurde und mit **„Next >“** (= Weiter) fortfahren.

12. Es erscheint das Fenster „Completing the Analog Output Calibration Wizard“ (= Assistent Kalibrierung Analogausgang beenden) (Abb. 5-78). Klicken Sie auf **„Finish“** (= Beenden), um den Assistenten zu verlassen und zur Anzeige „Verification & Calibration“ (= Überprüfung & Kalibrierung) zurückzukehren oder klicken Sie auf **„< Back“** (= Zurück), um zum vorherigen Schritt zurückzukehren.

Figure 5-78.
Completing the Analog Output Calibration Wizard screen.


Completing the Analog Output Calibration Wizard
The Analog Output Wizard has completed sucessfully. When the wizard is finished the results of the calibration will be applied.
To close this wizard, press Finish.
< Back
Finish
Cancel

Anzeige „Assistent Kalibrierung Analogausgänge beenden“

Kalibrierkonstante überprüfen

Die Kalibrierung des Massenmesswertgebers im TEOM 1405-F wird von den physikalisch-mechanischen Eigenschaften des Massenmesswertgebers bestimmt. Unter normalen Bedingungen ändert sich die Kalibrierung über die Lebensdauer des Messgeräts gesehen nicht wesentlich. Setzen Sie sich bitte mit Thermo Scientific in Verbindung, wenn das Ergebnis der Überprüfung fehlschlägt. Sie finden die initiale Kalibrierkonstante im Dokument „Instrument Checkout Record“ (= Gerätefunktionsprüfung) oder „Final Test Record“ (= Abschlusstest), die Bestandteil des Lieferumfangs sind.

Vor der Auslieferung des TEOM 1405-F an den Kunden, wird das Gerät mit einem neuen, vortarierten TEOM Filter im Massenmesswertgeber als Kalibriergewicht kalibriert. Da die Masse der Filterkartusche mit Partikeln von der Masse einer neuen Filterkartusche nur geringfügig abweicht, macht die Kalibrierung des System mit einer Kalibriermasse, die äquivalent zur Filtermasse ist, es möglich, alle Messungen im Wesentlichen bei demselben Arbeits-/Betriebspunkt durchzuführen wie die ursprüngliche Kalibrierung. Weitere Informationen und eine detaillierte Beschreibung über die Ableitung der Kalibrierkonstante K_0 finden Sie in Kapitel 1.

Für die Überprüfung der K0 Zahlen braucht man einen Ausrüstungssatz zur Überprüfung der Massenkalibrierung (59-002107), der folgende Teile enthält: vortarierten Filter, Filterwechselwerkzeug, Trockenmittel und Feuchteanzeiger und den Vorfilter mit einem ½“ Schnellkupplungs-Fitting (Teil des Lieferumfangs).

Hinweis: Nachfüllsets sind bei Thermo Scientific erhältlich (59-002019).

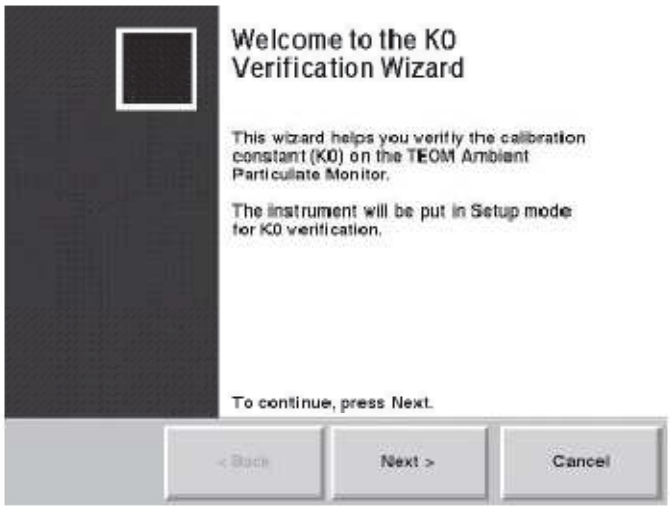
Bestätigung der K_0 Kalibrierung:

1. Bestätigen Sie, dass die ins Gerät eingegebene K0 Zahl und die K0 Zahl auf der Platte des Massenmesswertgebers identisch sind. Die ins Gerät eingegebene K0 Zahl finden Sie in der Anzeige „Audit“ (= Überprüfung) (Abb. 5-51).
2. Stellen Sie sicher, dass das Gerät die normale Betriebstemperatur erreicht hat und die Bedingungen normal sind.
3. Vergewissern Sie sich, dass die vortarierten Filter des Sets den Feuchtigkeitsbedingungen des Tests entsprechen (wie auf der zusammen mit dem Set ausgelieferten Karte vermerkt).

Hinweis: Entspricht der Filter nicht den Bedingungen, befolgen Sie die Anweisungen, um den Filter auf ein akzeptables Niveau zu trocknen.

4. Klicken Sie in der Anzeige „TEOM Daten“ auf die Schaltfläche **„Service“** und dann in der Anzeige „Service“ auf die Schaltfläche **„Calibration“** (= Kalibrierung), um in die gleichnamige Anzeige zu gelangen (Abb. 5-48).
5. Klicken Sie auf die Schaltfläche **„Mass Transducer K0 Verification“** (= Massenmesswertgeber K0 Überprüfung), um den entsprechenden Assistenten zu starten (Abb. 5-79). Zum Starten des Vorgangs bitte auf **„Next >“** (= Weiter) klicken.

Figure 5-79. Welcome to K0 Verification Wizard screen.


Welcome to the K0 Verification Wizard
This wizard helps you verify the calibration constant (K0) on the TEOM Ambient Particulate Monitor.
The instrument will be put in Setup mode for K0 verification.
To continue, press Next.
< Back
Next >
Cancel

Anzeige „Assistent K0 Überprüfung – Willkommen“

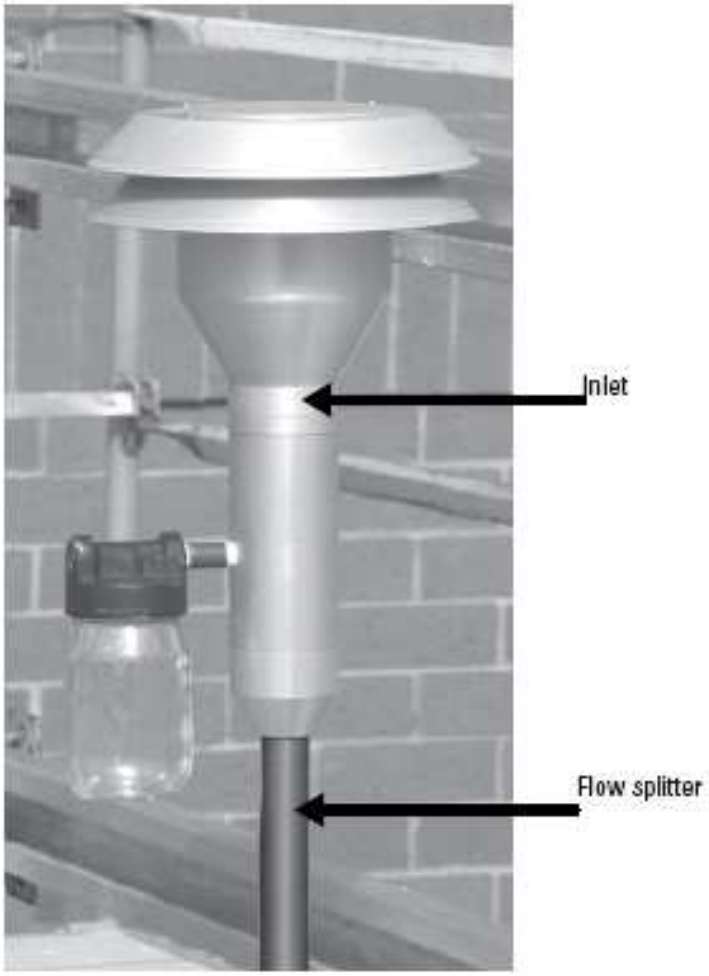
6. Es erscheint die Anzeige „Install Pre-Filter“ (= Vorfilter installieren) (Abb. 5-80). Entfernen Sie den Einlass und installieren Sie den Durchflussprüfadapter auf dem Fluss-Splitter. Installieren Sie dann die Vorfilter-Baugruppe (Filter und kurzer Silikon-Schlauch) auf dem Durchflussprüfadapter (Abb. 5-81). Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).

Figure 5-80. Install Pre-Filter screen.

Install Pre-Filter
A pre-filter, flow audit adapter and short length of silicone tubing are supplied with the instrument.
Remove the sample inlet and install the pre-filter onto the sample inlet tube using the short length of silicone tubing and the flow audit adapter.
< Back
Next >
Cancel

Anzeige „Vorfilter installieren“

Figure 5-81.
Series 1405 inlet assembly.



TEOM 1405 Einlass-Baugruppe

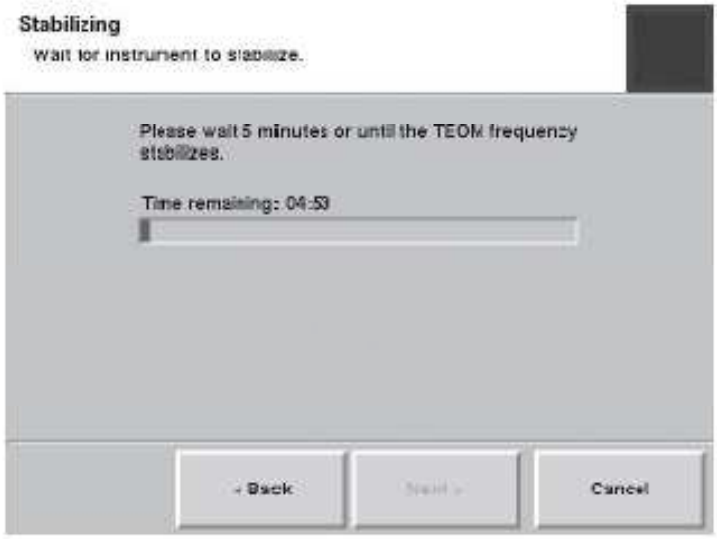
Inlet	Einlass
Flow splitter	Fluss-Splitter

7. Es erscheint die Anzeige „Remove Sample Filter“ (= Probenahmefilter entfernen). Öffnen Sie den Massenmesswertgeber und nehmen Sie den Standard-TEOM Filter aus dem Massenmesswertgeber heraus. (Informationen zum Herausnehmen des Filters finden Sie im Abschnitt Einsetzen/Herausnehmen der TEOM Filter). Schließen Sie den Massenmesswertgeber (ohne einen anderen Filter einzusetzen). Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).

Hinweis: Verwenden Sie das Filterwechselwerkzeug AUSSCHLIEßLICH für das Einsetzen/Herausnehmen des vortarierten Kalibrierfilters.

8. Es erscheint die Anzeige „Stabilizing“ (= Stabilisierung) (Abb. 5-82). Während das Gerät wartet, um die Systemfrequenz ohne installierten TEOM Filter zu messen, zeigt ein Countdown im Display den Fortschritt der Stabilisierungsphase an. Sobald die Meldung „Stabilization Complete“ (= Stabilisierung abgeschlossen) erscheint, klicken Sie bitte auf „Next >“ (= Weiter).

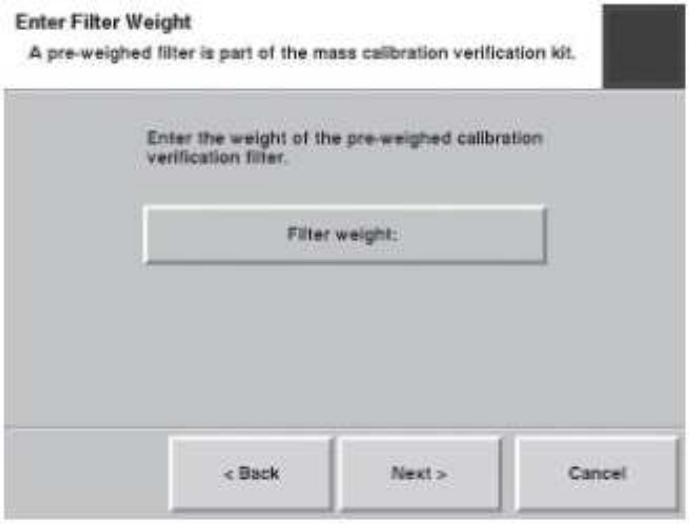
Figure 5-82. Stabilizing screen.


Stabilizing
Wait for instrument to stabilize.
Please wait 5 minutes or until the TEOM frequency stabilizes.
Time remaining: 04:53
< Back
Next >
Cancel

Anzeige „Stabilisierung“

9. Es erscheint das Fenster „Enter Filter Weight“ (= Filtergewicht eingeben) (Abb. 5-83). Klicken Sie auf die Schaltfläche „Filter Weight“ (= Filtergewicht). Es erscheint ein Tastenfeld. Geben Sie nun das Gewicht des vortarierten Filters in das System ein und klicken Sie dann auf „Enter“, um den Wert zu speichern und das Tastenfeld zu verlassen. Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).

Figure 5-83. Enter Filter Weight screen.


Enter Filter Weight
A pre-weighed filter is part of the mass calibration verification kit.
Enter the weight of the pre-weighed calibration verification filter.
Filter weight:
< Back
Next >
Cancel

Anzeige „Filtergewicht eingeben“

10. Es erscheint das Fenster „Install Calibration Filter“ (= Kalibrierfilter einsetzen) (Abb. 5-84). Setzen Sie den vortarierten Kalibrier-/Prüffilter im Massemesswertgeber ein. Verwenden Sie hierzu das Filterwechselwerkzeug. (Befolgen Sie die weiter vorne in diesem Kapitel beschriebenen Anweisungen zum Filtertausch). Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).

Hinweis: Verwenden Sie das Filterwechselwerkzeug AUSSCHLIEßLICH für das Einsetzen/Herausnehmen der vortarierten Kalibrierfilter.

Figure 5-84. Install Calibration Filter screen.

Install Calibration Filter
The instrument will measure the frequency with the calibration filter installed.
· Open the instrument door and mass transducer.
· Correctly install and properly seat the pre-weighed calibration/verification filter onto the mass transducer using the calibration filter exchange tool.
· Close the mass transducer and instrument door.
< Back
Next >
Cancel

Anzeige „Kalibrierfilter einsetzen“

11. Es erscheint die Anzeige „Stabilizing“ (= Stabilisierung), während das Gerät auf die Frequenz des TEOM Kalibrierfilters wartet. Ein Countdown im Display zeigt den Fortschritt der Stabilisierungsphase an (Abb. 5-82). Sobald die Meldung „Stabilization Complete“ (= Stabilisierung abgeschlossen) erscheint, klicken Sie bitte auf „Next >“ (= Weiter).

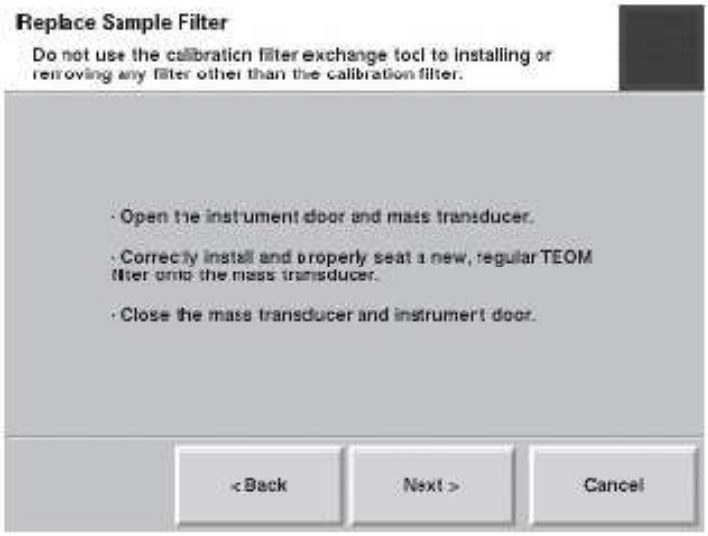
Hinweis: Stabilisiert sich die Frequenz nicht, erscheint im Assistent ein Fenster mit der Aufforderung, den Filter nochmals in Position zu bringen. Danach auf **„Next >“** (= Weiter) klicken. Es erscheint das Fenster „Stabilizing“ (= Stabilisierung). Kann wieder keine stabile Frequenz ermittelt werden, ist die K0 Überprüfung fehlgeschlagen (Abb. 5-87).

12. Es erscheint das Fenster „Replace Sample Filter“ (= Probenahmefilter ersetzen) (Abb. 5-85). Nehmen Sie den Kalibrierfilter mit dem entsprechenden Werkzeug heraus. Installieren und positionieren sie einen neuen TEOM Filter korrekt auf dem Massenmesswertgeber. Verwenden Sie hierzu das Filterwechselwerkzeug. (Befolgen Sie die weiter vorne in diesem Kapitel beschriebenen Anweisungen zum Filtertausch). Klicken Sie dann auf **„Next >“** (= Weiter).

Hinweis: Verwenden Sie das Filterwechselwerkzeug AUSSCHLIEßLICH für das Einsetzen/Herausnehmen der vortarierten Kalibrierfilter.

Hinweis: Stabilisiert sich die Frequenz nicht, erscheint im Assistent ein Fenster mit der Aufforderung, den Filter nochmals in Position zu bringen. Danach auf **„Next >“** (= Weiter) klicken. Es erscheint das Fenster „Stabilizing“ (= Stabilisierung). Kann wieder keine stabile Frequenz ermittelt werden, ist die K0 Überprüfung fehlgeschlagen (Abb. 5-87).

Figure 5-85. Replace Sample Filter screen.


Replace Sample Filter
Do not use the calibration filter exchange tool to installing or removing any filter other than the calibration filter.
· Open the instrument door and mass transducer.
· Correctly install and properly seat a new, regular TEOM filter onto the mass transducer.
· Close the mass transducer and instrument door.
< Back
Next >
Cancel

Anzeige „Probenahmefilter ersetzen“

13. Wurde die Endüberprüfung komplett durchgeführt, erscheint die Anzeige „Completing the K0 Verification Wizard“ (= Assistent K0 Überprüfung beenden). Im Fenster wird entweder die Meldung „erfolgreich“ (Abb. 5-86) oder „fehlgeschlagen“ (Abb. 5-87) für jede K0 Zahl angezeigt. Klicken Sie abschließend auf die Schaltfläche **„Finish“** (= Beenden).

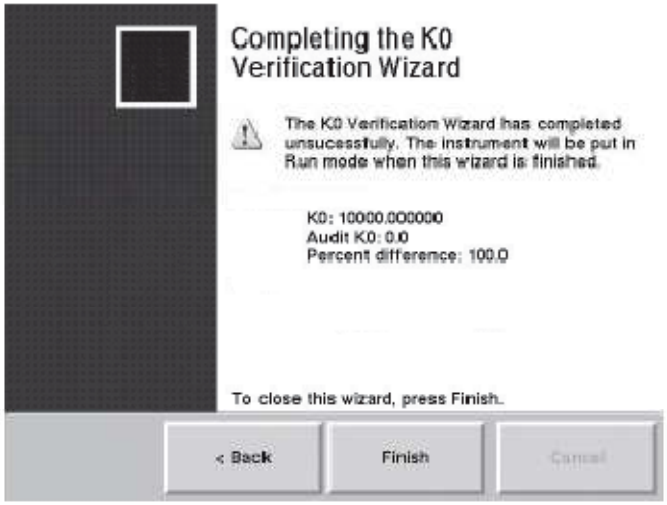
Hinweis: Wenn eine oder beide K0 Überprüfungen fehlschlägt bzw. fehlschlagen, wiederholen Sie den Vorgang für die entsprechende K0 Zahl. Schlägt die Überprüfung nochmals fehl, setzen Sie sich bitte mit Thermo Scientific in Verbindung.

Figure 5-86. Completing to K0 Verification Wizard screen with a pass message.

Completing the K0 Verification Wizard
The K0 Verification Wizard has completed sucessfully. The instrument will be put in Run mode when this wizard is finished.
K0: 10000.000000
Audit K0: 10000.00
Percent difference: 0.0
To close this wizard, press Finish.
< Back
Finish
Cancel

Assistent K0 Überprüfung - Meldung „Überprüfung erfolgreich“

Figure 5-87. Completing the K0 Verification Wizard screen with a fail message.


Completing the K0 Verification Wizard
The K0 Verification Wizard has completed unsucessfully. The instrument will be put in Run mode when this wizard is finished.
K0: 10000.000000
Audit K0: 0.0
Percent difference: 100.0
To close this wizard, press Finish.
< Back
Finish
Cancel

Assistent K0 Überprüfung - Meldung „Überprüfung fehlgeschlagen“

Anhang A
Störungsbehebung

Die aktuelle Statusbedingung finden Sie in der Statusleiste am unteren Rand der Bildschirmanzeige „TEOM Daten“ (Kapitel 4) und in den meisten anderen Geräteanzeigen. In Dateien werden jedoch Statuscodes als Dezimal-/Hexadezimalzahlen dargestellt. Die vom Gerät angezeigte Dezimalzahl muss mit der Liste der Statuscodes verglichen werden (Tabelle A-1). Wenn der genaue Dezimalcode nicht in der Liste aufgeführt wird, existieren Mehrfachcodes und die Dezimalzahl muss in eine Hexadezimalzahl konvertiert werden, um zu bestimmen, welche Codes vom System gemeldet werden.

Hinweis: Die Liste der Statuscodes in diesem Anhang (Tabelle A-1) zeigen Codes für Einzel- und Dual-Systeme sowie für Systeme, die mit FDMS ausgestattet sind.

Tabelle A-1. 1405-F Statuscodes

Code	Warnung	Dezimal	Grund für Warnung
0x40000000	%RF Hoch Seite A	1.073.741.824	> = 98%
0x20000000	Trockner A	536.870,912	> 2
0x10000000	Kühler A	268.435.456	> 0,5 C Abweichung
0x08000000	Filter A tauschen	134.217.728	> 90
0x04000000	Durchfluss A	67.108.864	> 10% Abweichung
0x02000000	Heizer Seite A	33.554.432	> 2% Abweichung
0x01000000	Massenmesswertgeber A	16.777.216	Frequenz < 10 Hz
0x00400000	%RF Hoch Seite B	4.194.304	> = 98%
0x00200000	Trockner B	2.097.152	> 2
0x00100000	Kühler B	1.048.576	> 0,5 C Abweichung
0x00080000	Filter B tauschen	524.288	> 90
0x00040000	Durchfluss B	262.144	> 10% Abweichung
0x00020000	Heizer Seite B	131.072	> 2% Abweichung
0x00010000	Massenmesswertgeber B	65.536	Frequenz < 10 Hz
0x00004000	Bediener E/A Gerät	16.384	
0x00002000	FDMS Gerät	8.192	
0x00001000	Kopf 1	4.096	
0x00000800	Kopf 0	2.048	
0x00000400	MFC 1 Gerät	1.024	
0x00000200	MFC 0 Gerät	512	
0x00000100	System-Bus	256	
0x00000080	Vakuumdruck	128	(Umgeb.Vak.) < 0.1 atm
0x00000040	Gehäuse of Kappenheizung	64	> 2% Abweichung
0x00000020	FDMS Ventil	32	
0x00000010	Bypass-Durchfluss	16	> 10% Abweichung
0x00000008	Umgeb. % RF & Temp.Sensor	8	Umgeb. %RF & Temp.Sensor getrennt
0x00000004	Datenbank	4	Einloggen in die Datenbank nicht möglich
0x00000002	Temperatur Gehäuse	2	Temperatur übersteigt 60°C
0x00000001	Stromausfall	1	

Dezimal-/Hexadezimalzahlen konvertieren

Die einfachste Art und Weise, die vom Gerät angezeigten Dezimalzahlen zu konvertieren, ist es, den Rechner eines auf Windows basierenden PCs zu verwenden.

Zur Konvertierung eines dezimalen Statuscodes in eine Hexadezimalzahl bitte wie folgt vorgehen:

1. Öffnen Sie den Windows Rechner. Er ist im Startmenü unter **Zubehör – alle Programme** zu finden.
2. Klicken Sie auf **„Ansicht“** und dann auf **„Wissenschaftlich“**, um den wissenschaftlichen Rechner zu öffnen.
3. Wählen Sie **„Dec“**, um die Option des Dezimalrechners zu wählen und geben Sie dann die dezimale Statuszahl in den Rechner ein.
4. Wählen Sie **„Hex“**, um die Option des Hexadezimalrechners zu wählen. Die neu angezeigte Zahl ist die Dezimalzahl, die verwendet wird, um die Liste der Statuscodes zu entschlüsseln.

Hinweis: Um eine Hexadezimalzahl in eine Dezimalzahl zu konvertieren, wählen Sie **Hex**, geben Sie dann die Hexadezimalzahl ein und wählen Sie dann **Dec**.

Um die Hexadezimalzahlen, die aus den heruntergeladenen Dezimaldaten konvertiert wurden, richtig zu verwenden, trennen Sie die konvertierte Zahl und den Statuscode in der Tabelle mit Platzhaltern: die „1-te“, „10-te“, „100-te“, „1.000-te“, „10.000-te“, „100.000-te“ und die „1.000.000-te“ Stelle. Jede „Stelle“ des konvertierten Codes hat eine hexadezimale Ziffer. Jede hexadezimale Ziffer (0-F) in jeder Stelle hat einen eindeutigen Statuscode (oder Satz aus Statuscodes).

Tabelle A-2 Hexadezimalzahlen und Statuscodes

Dezimalzahl	Hex Zahl	Code (Summe Codes)
0	0	0
1	1	H(1)
2	2	H(2)
3	3	H(1), H(2)
4	4	H(4)
5	5	H(1), H(4)
6	6	H(2), H(4)
7	7	H(1), H(2), H(4)
8	8	H(8)
9	9	H(1), H(8)
10	A	H(2), H(8)
11	B	H(1), H(2), H(8)
12	C	H (4), H(8)
13	D	H(1), H(4), H(8)
14	E	H(2), H(4), H(8)
15	F	H(1), H(2), H(4), H(8)

Statuscodes entschlüsseln

Zeigt das Gerät mehr als einen Statuscode an, addiert es die Codes zusammen und zeigt sie als Dezimalsumme an. Zeigt das Gerät beispielswiese gleichzeitig einen Speicher-Statuscode (in der Tabelle der gerätespezifischen Statuscodes als Hexadezimalzahl „(H)1“ aufgelistet) und einen Ventil-Statuscode (in der Tabelle der gerätespezifischen Statuscodes als Hexadezimalzahl „(H)4“ aufgelistet) an, dann werden die beiden Statuscodes (wenn heruntergeladen) als Dezimalzahl „5“ angezeigt.

Die Dezimalzahl „5“ muss dann in eine Hexadezimalzahl zurückkonvertiert werden (in diesem Fall also „5“), um mit der Tabelle der Statuscodes übereinzustimmen. Nur zwei Statuscodes lassen sich zu einem Wert „5“ zusammenaddieren (siehe Tabelle A-2). Wenn Sie auf die gerätespezifische Tabelle schauen und die heruntergeladenen Statuscodes aufschlüsseln, können sie die Statuscodes entziffern, die das Gerät angezeigt hat. Wiederholen Sie die Operation für jede Stelle im Hexadezimalcode (10-te, 100-te, etc.).

Beispiel:

Entschlüsseln Sie den folgenden, dezimalen Statuscode (8433666) für ein Gerät mit den gegebenen Beispiel-Statuscodes (Tabelle A-3).

Konvertieren Sie zunächst den dezimalen Statuscode, der vom Gerät heruntergeladen wurde, in eine Hexadezimalzahl. Verwenden Sie hierzu den Windows (oder einen anderen wissenschaftlichen) Rechner.

8433666 = (H)80B002

Tabelle A-3. Beispieltabelle Statuscodes

Code	Warnung	Code	Warnung
&H1	Flash-Speicher	&H4000	Leckage Loop A
&H2	Netzschalter (TPIC)	&H8000	Leckage Loop B
&H4	Ventil A	&H10000	Fehler Audit
&H8	Ventil B	&H20000	Reset System
&H10	Filter A Temperatur	&H40000	Stromausfall
&H20	Filter B Temperatur	&H80000	Niedriges Probenahmevolumen
&H40	Heizung A Temperatur	&H100000	Messgerät außer Bereich (>98%)
&H80	Heizung B Temperatur	&H400000	AC Spannung außerhalb Grenzwert
&H800	Temperatur ext. Probenahmerohr	&H800000	Kommunikationsproblem Sensor
&H1000	Problem serieller Port	&H10000000	Quetschventil
&H2000	Problem Zeilendrucker		

- An der „1-ten“ Stelle des Statuscodes, wird als Statuscode 2 angezeigt. An der „1-ten“ Stelle der Statuscode-Tabelle, gehört der Wert „2“ zum Statuscode (H)2 „Netzschalter (TPIC)“. Dies ist einer der Statuscodes, den das Gerät in seinem Statuscode anzeigt.
- An der „10-ten“ Stelle des Statuscodes werden keine (0) Statuscodes angezeigt.
- An der „100-ten“ Stelle des Statuscodes werden keine (0) Statuscodes angezeigt.
- An der „1.000-ten“ Stelle des Statuscodes, wird als Statuscode „B“ angezeigt. Da in der Statuscode-Tabelle keine Statuscodes zu finden sind, die zu dieser Ziffer passen, muss die Ziffer weiter aufgeschlüsselt werden. Konvertieren Sie mit Hilfe der Tabelle A-2 „B“ in eine Dezimalzahl. B wird somit in „11“ konvertiert. Schauen Sie als nächstes in die Statuscode-Tabelle, um den Statuscode zu entschlüsseln. An der „1000-ten“ Stelle der Tabelle, gibt es drei Statuscodes, die addiert 11 ergeben. (H)1000 „Problem serieller Port“, (H)2000 „Problem Zeilendrucker“ und (H)8000 „Leckage Loop B“. Dies sind drei Statuscodes, die das Gerät mehr in seinem Statuscode anzeigt.
- An der „10.000-ten“ Stelle des Statuscodes werden keine (0) Statuscodes angezeigt.
- An der „100.000-ten“ Stelle des Statuscodes (800000), wird der Statuscode „800000“ angezeigt. Dieser stimmt mit dem Code (H)80000 „Kommunikationsproblem Sensor“ überein.
- An der 1.000.000-ten“ Stelle des Statuscodes werden keine Statuscodes angezeigt.

Der heruntergeladene Statuscode „8433666“ ((H)80B002) lässt sich daher in die folgenden Statuscodes aufschlüsseln (gemäß Beispieltabelle):

(H)2 „Netzschalter (TPIC)“

(H)1000 „Problem serieller Port“

(H)2000 „Problem Zeilendrucker“

(H)8000 „Leckage Loop B“

(H)800000 „Kommunikationsproblem Sensor“

Anmerkungen

Anhang B
Serielle Kommunikation

Das Messgerät TEOM 1405 unterstützt das AK Protokoll. Dieses Protokoll ermöglicht es einem Rechner vor Ort oder einem entfernt gelegenen/installierten Computer, Informationen auf elektronischem Wege vom Gerät zu erhalten. Diese Protokolle werden in diesem Anhang beschrieben.

AK Protokoll

Das AK Protokoll ermöglicht es dem Bediener, den aktuellen Wert jeglicher Systemvariablen von der Ferne aus abzufragen und die Systemvariablenwerte zu ändern. Der Bediener hat auch die Möglichkeit, Informationen von einem internen Datenlogger herunterzuladen. Die RPComm Software verwendet dieses Protokoll für die 2-Wege-Kommunikation direkt mit einem PC oder über ein Modem.

Auf den folgenden Seiten werden die unten aufgelisteten AK Protokollbefehle genauer beschrieben:

AREG (Ask Register Command). Der Bediener kann vom Messgerät TEOM 1405 den aktuellen Wert jeder Systemvariablen abfragen.

EREG (Enter Register Command). Der Bediener kann jeder Systemvariablen einen neuen Wert zuordnen. Bei der Verwendung dieses Befehls ist große Sorgfalt erforderlich, da der Wert von Variablen nur dann geändert werden sollte, wenn sich das Gerät in der entsprechenden Betriebsart befindet.

SFxx (Set Function xx Command). Der Bediener kann über die <RUN> Taste und die <DATA STOP> Taste Befehle an das Gerät senden. Jeder Befehl wird durch einen zweistelligen Code gekennzeichnet.

ASTO (Ask Storage Command). Der Bediener kann eine bestimmte Anzahl von Datensätzen vom internen Datenlogger von der aktuellen Position des Datenspeicher-Pointers aus herunterladen. Die Position dieses Pointers kann durch einen SSTO Befehl definiert werden. Die Werte jeder ausgegebenen Zeile werden durch Kommas getrennt.

SSTO (Set Storage Command). Der Bediener kann die Position des Pointers im internen Datenlogger verändern. Der Befehl wird in Verbindung mit dem oben beschriebenen ASTO Befehl verwendet. Der Pointer befindet sich immer unmittelbar nach dem letzten, via RS232 Port über das AK Protokoll übertragen Datensatz. Überschreibt der Ringspeicher diesen Platz oder wurden die ATO oder SSTO Befehle nicht verwendet, so steht der Pointer beim ältesten Datensatz im internen Datenlogger.

Die COM-Port Einstellungen für die AK Kommunikation lauten wie folgt:

Figure B-1.
AL COM Port Settings.

AL COM-Port Einstellungen

Auf den folgenden Seiten finden Sie die herkömmlich verwendeten PRC Codes. Weiterhin wird beschrieben, wie die RS-Para 1 bis RS-Para 4 im AK Protokoll definiert sind. Zu guter Letzt finden Sie hier auch Einzelheiten zum Format der Übertragungs- und Response-Meldungen der auf der vorherigen Seite aufgelistet Befehle.

Tabelle B-1. 1405-F Haupt-PRC Codes

PRC Code	Beschreibung	PRC Code	Beschreibung
001	Seriennummer	282	TEOM Kühlertemperatur
007	Betriebsart	284	TEOM Basis MK
008	Statusbedingung	285	TEOM Referenz MK
047	Aktuelle Gehäusetemperatur		
058	Aktuelle Kappentemperatur		
061	Aktuelle Umgebungstemperatur		
063	Aktuelle relative Luftfeuchte		
064	Umgebungs-Taupunkt		
066	Aktueller Umgebungsdruck		
090	Bypass-Durchfluss		
096	Druck Vakuumpumpe		
217	TEOM Durchfluss		
231	TEOM aktuelle Lufttemperatur		
237	TEOM Prozentsatz Filterbeladung		
240	TEOM Massenkonzentration		
244	TEOM 1-Std. Mittelwert Massenkonz.		
245	TEOM XX-Std. Mittelwert Massenkonz.		
246	TEOM 12-Std. Mittelwert Massenkonz.		
247	TEOM 24-Std. Mittelwert Massenkonz.		
248	TEOM Massenrate		
252	TEOM Frequenz		
253	TEOM Rauschen		
267	TEOM Taupunkt Trockner		

AK Protokoll

Ask Register Command (AREG)

COM 2-WEGE EINSTELLUNGEN

RS-Para 1	52	ASCII Code für 1-stellige Stationsnummer (z.B. „4“:052). Die Stationsnummer ist immer 1 Stelle lang.
RS-Para 2	75048	ASCII Code Darstellung der 2-stelligen Kanalnummer (z.B. „K0“:075,048). Die Kanalnummer ist immer 2 Stellen lang.
RS-Para 3	13010	Optional: es können bis zu 3 ASCII Codes an die Geräteantwort angehängt werden. In diesem Fall, werden <CR> und <LF> (ASCII Codes 013 und 010) an die Antwort angehängt. Geben Sie 0 ein, wenn nichts angehängt werden soll.
RS-Para 4	0	Nicht verwendet

Übertragung an Gerät			**Antwort vom Gerät**			
Byte	**Beispiel**	**Beschreibung**	**B**	**NoErr**	**Error**	**Beschreibung**
1	<STX>	ASCII Code 002	1	<STX>	<STX>	ASCII Code 002
2	4	1-stellige StationsNr., RS-Para1	2	4	4	1-stellige StationsNr., RS-Para1
3	A	Ask Register Command (AREG)	3	A	A	4-Stelliger Ask Register Command (AREG)
4	R		4	R	R	
5	E		5	E	E	
6	G		6	G	G	
7	<Leerz>	Leerzeichen	7	<Leerz>	<Leerz>	Leerzeichen
8	K	2-stellige Kanalnummer wie in RS Para 2 definiert	8	0	0	Anz. akt. Statusbedingungen
9	0		9	<Leerz>	<Leerz>	Leerzeichen
10	<Leerz>	Leerzeichen	10	9	S	Programm-Registercode der Variablen, deren Wert angefordert wird. Der PRC kann bis zu 3 Stellen lang sein und wird in der Antwort nicht rechtsbündig ausgefüllt.
11	9	Programm-Registercode der Variable, deren Wert angefordert wird. Der PRC kann bis zu 3 Stellen lang sein. Nicht rechtsbündig ausfüllen, wenn der PRC weniger als 3 Zeichen lang ist.	11		E	
12			12		<ETX>	
13			13	<Leerz>	<CR>	Leerzeichen
14	<ETX>		14	9	<LF>	Aktueller Wert der Variablen referenziert durch Ask Register Command. HINWEIS: Länge des Wertes ist variabel
15			15	7		
16			16	4		
17			17			
18			18	3		
19			19	8		

AK Protokoll

ASK Register Command (AREG)

Übertragung an Gerät			Antwort vom Gerät			
Byte	**Beispiel**	**Beschreibung**	**B**	**NoErr**	**Error**	**Beschreibung**
20			20	<EXT>		ASCII Code 003
21			21	<CR>		Bis zu 3 Stellen werden am Ende Übertragung der Antwort angehängt (gemäß Eintrag für RS-Para 3).
22			22	<LF>		
23		Beschreibung Statuscodes (PRC 008): 1 Massenmesswertgeber 2 Temperatur 4 Durchflussrate 8 Filterwechsel 16 Spannung	23			
24			24			
25			25			
26			26			
27			27			
28			28			
29			29			
30			30			
31			31			
32			32			
33			33			
34			34			
35			35			
36			36			
37			37			
38			38			
39			39			
40			40			
41			41			
42			42			
43			43			
44			44			
45			45			
46			46			

AK Protokoll

Enter Register Command (EREG)

COM 2-WEGE EINSTELLUNGEN

RS-Para 1	52	ASCII Code für 1-stellige Stationsnummer (z.B. „4“:052). Die Stationsnummer ist immer 1 Stelle lang.
RS-Para 2	75048	ASCII Code Darstellung der 2-stelligen Kanalnummer (z.B. „K0“:075,048). Die Kanalnummer ist immer 2 Stellen lang.
RS-Para 3	13010	Optional: es können bis zu 3 ASCII Codes an die Geräteantwort angehängt werden. In diesem Fall, werden <CR> und <LF> (ASCII Codes 013 und 010) an die Antwort angehängt. Geben Sie 0 ein, wenn nichts angehängt werden soll.
RS-Para 4	0	Nicht verwendet

Übertragung an Gerät			Antwort vom Gerät			
Byte	**Beispiel**	**Beschreibung**	**B**	**NoErr**	**Error**	**Beschreibung**
1	<STX>	ASCII Code 002	1	<STX>	<STX>	ASCII Code 002
2	4	1-stellige StationsNr., RS-Para1	2	4	4	1-stellige StationsNr., RS-Para1
3	E	Enter Register Command (AREG)	3	E	E	4-Stelliger Enter Register Command (EREG)
4	R		4	R	R	
5	E		5	E	E	
6	G		6	G	G	
7	<Leerz>	Leerzeichen	7	<Leerz>	<Leerz>	Leerzeichen
8	K	2-stellige Kanalnummer wie in RS Para 2 definiert	8	0	0	Anz. akt. Statusbedingungen
9	0		9	<Leerz>	<Leerz>	Leerzeichen
10	<Leerz>	Leerzeichen	10	6	S	Programm-Registercode der Variablen, deren Wert angefordert wird. Der PRC kann bis zu 3 Stellen lang sein und wird in der Antwort nicht rechtsbündig ausgefüllt.
11	6	Programm-Registercode der Variable, deren Wert angefordert wird. Der PRC kann bis zu 3 Stellen lang sein. Nicht rechtsbündig ausfüllen, wenn der PRC weniger als 3 Zeichen lang ist.	11	3	E	
12	3		12		<ETX>	
13			13	<ETX>	<CR>	ASCII Code 003
14	<Leerz>	Leerzeichen	14	<CR>	<LF>	Es werden bis zu 3 Stellen am Ende der Übertragung der Antwort angehängt, gemäß Eintrag für RS-Para 3
15	2	Neuen Wert für Variable eingeben referenziert durch Programm-Registercode in Bytes 11 bis 13 oben. HINWEIS: Länge des Wertes kann variabel sein und ist nicht auf 4 Bytes beschränkt.	15	<LF>		
16	3		16			
17	8		17			
18	0		18			
19	<ETX>		19			

AK Protokoll

Set Function Command (SFxx)

COM 2-WEGE EINSTELLUNGEN

RS-Para 1	52	ASCII Code für 1-stellige Stationsnummer (z.B. „4“:052). Die Stationsnummer ist immer 1 Stelle lang.
RS-Para 2	75048	ASCII Code Darstellung der 2-stelligen Kanalnummer (z.B. „K0“:075,048). Die Kanalnummer ist immer 2 Stellen lang.
RS-Para 3	13010	Optional: es können bis zu 3 ASCII Codes an die Geräteantwort angehängt werden. In diesem Fall, werden <CR> und <LF> (ASCII Codes 013 und 010) an die Antwort angehängt. Geben Sie 0 ein, wenn nichts angehängt werden soll.
RS-Para 4	0	Nicht verwendet

Übertragung an Gerät

Byte	Beispiel	Beschreibung
1	<STX>	ASCII Code 002
2	4	1-stellige StationsNr., RS-Para1
3	E	Set Function Command (AREG), wobei xx einen 2-stelligen Code zwischen 00 und 32 darstellt. Die Codes sind unten definiert.
4	R	
5	E	
6	G	
7	<Leerz>	Leerzeichen
8	K	2-stellige Kanalnummer wie in RS Para 2 definiert
9	0	
10	<ETX>	ASCII Code 003

LISTE DER FUNKTIONSCODES (xx):

03 <Run>
06 <Data Stop>
09 <F1>
17 <F5>
25 <Stop all>
26 Zeit einstellen

Antwort vom Gerät

B	NoErr	Error	Beschreibung
1	<STX>	<STX>	ASCII Code 002
2	4	4	1-stellige StationsNr., RS-Para1
3	S	S	4-Stelliger Set Function Command, wobei der 2-stellige xx-Code der eingestellten Funktion entspricht
4	F	F	
5	x	x	
6	x	x	
7	<Leerz>	<Leerz>	Leerzeichen
8	0	0	Anz. akt. Statusbedingungen
9	<ETX>	<Leerz>	Leerzeichen
10	<CR>	S	Es werden bis zu 3 Stellen am Ende der Übertragung der Antwort angehängt, gemäß Eintrag für RS-Para 3
11	<LF>	E	
12		<ETX>	
13		<CR>	
		<LF>	
14	Ferneinstellung der Zeit: 1. Stellen Sie sicher, dass sich das Gerät im Stop-Modus befindet 2. Übertragen Sie die richtigen Werte in PRCs 2 bis 6 3. Führen Sie den Befehl SF26 aus		
15			
16			
17			
18			
19			

AK Protokoll

Ask Storage Command (ASTO)

COM 2-WEGE EINSTELLUNGEN

RS-Para 1	52	ASCII Code für 1-stellige Stationsnummer (z.B. „4“:052). Die Stationsnummer ist immer 1 Stelle lang.
RS-Para 2	75048	ASCII Code Darstellung der 2-stelligen Kanalnummer (z.B. „K0“:075,048). Die Kanalnummer ist immer 2 Stellen lang.
RS-Para 3	13010	Optional: es können bis zu 3 ASCII Codes an die Geräteantwort angehängt werden. In diesem Fall, werden <CR> und <LF> (ASCII Codes 013 und 010) an die Antwort angehängt. Geben Sie 0 ein, wenn nichts angehängt werden soll.
RS-Para 4	0	Nicht verwendet

Übertragung an Gerät			**Antwort vom Gerät**			
Byte	**Beispiel**	**Beschreibung**	**B**	**NoErr**	**Error**	**Beschreibung**
1	<STX>	ASCII Code 002	1	<STX>	<STX>	ASCII Code 002
2	4	1-stellige StationsNr., RS-Para1	2	4	4	1-stellige StationsNr., RS-Para1
3	A	Ask Storage Command (ASTO)	3	A	A	4-Stelliger Ask Storage Command
4	S		4	S	S	
5	T		5	T	T	
6	O		6	O	O	
7	<Leerz>	Leerzeichen	7	<Leerz>	<Leerz>	Leerzeichen
8	K	2-stellige Kanalnummer wie in RS Para 2 definiert	8	0	0	Anz. akt. Statusbedingungen
9	0		9	<Leerz>	<Leerz>	Leerzeichen
10	<Leerz>	Leerzeichen	10	3	S	Datensätze, die heruntergeladen werden müssen. Kann geringer sein als die angeforderte Anzahl wg. Dateiende. Merker nach letztem übertragenem Datensatz. Nicht rechtsbündig aufgefüllt.
11	5	Anzahl Datensätze, die aus dem Gerätespeicher heruntergeladen werden müssen. Download beginnt beim Merker, der über den Befehl SSTO gesetzt werden kann.	11	1	E	
12	0		12		<ETX>	
13			13	<ETX>	<CR>	ASCII Code 003
14	<ETX>	ASCII Code 003	14	<CR>	<LF>	Es werden bis zu 3 Stellen am Ende der Übertragung der Antwort angehängt, gemäß Eintrag für RS-Para 3
15			15	<LF>		
16			16			
17			17	Das Gerät überträgt dann die Anzahl Datensätze, die in der Antwort Bytes 10 bis 12 oben gezeigt werden. <CR><LF> nach jedem Datensatz.		
18			18			
19			19			

AK Protokoll

Set Storage Marker Command (SSTO)

COM 2-WEGE EINSTELLUNGEN

RS-Para 1	52	ASCII Code für 1-stellige Stationsnummer (z.B. „4“:052). Die Stationsnummer ist immer 1 Stelle lang.
RS-Para 2	75048	ASCII Code Darstellung der 2-stelligen Kanalnummer (z.B. „K0“:075,048). Die Kanalnummer ist immer 2 Stellen lang.
RS-Para 3	13010	Optional: es können bis zu 3 ASCII Codes an die Geräteantwort angehängt werden. In diesem Fall, werden <CR> und <LF> (ASCII Codes 013 und 010) an die Antwort angehängt. Geben Sie 0 ein, wenn nichts angehängt werden soll.
RS-Para 4	0	Nicht verwendet

Übertragung an Gerät			**Antwort vom Gerät**			
Byte	**Beispiel**	**Beschreibung**	**B**	**NoErr**	**Error**	**Beschreibung**
1	<STX>	ASCII Code 002	1	<STX>	<STX>	ASCII Code 002
2	4	1-stellige StationsNr., RS-Para1	2	4	4	1-stellige StationsNr., RS-Para1
3	S	Set Storage Command (ASTO)	3	S	S	4-Stelliger Set Storage Marker Command
4	S		4	S	S	
5	T		5	T	T	
6	O		6	O	O	
7	<Leerz>	Leerzeichen	7	<Leerz>	<Leerz>	Leerzeichen
8	K	2-stellige Kanalnummer wie in RS Para 2 definiert	8	0	0	Anz. akt. Statusbedingungen
9	0		9	<ETX>	<Leerz>	ASCII Code 003
10	<Leerz>	Leerzeichen	10	<CR>	S	Es werden bis zu 3 Stellen am Ende der Übertragung der Antwort angehängt, gemäß Eintrag für RS-Para 3
11	B	Neue Position des Markers. B: gehe zum Anfang des Puffers. E: gehe zum Ende des Puffers. Positive Zahlen eingeben, wie z.B. 250, um 250 Datensätze nach vorne zu gehen, und negative Zahlen, wie z.B. -1000, um 1000 Datensätze zurückzugehen. Nicht rechtsbündig ausfüllen.	11	<LF>	E	
12			12		<ETX>	
13			13	<ETX>	<CR>	
14			14		<LF>	
15			15			
16	<ETX>	ASCII Code 003	16			
17			17			
18			18			
19			19			

AK Protokoll

Antwort falls ans Gerät adressierter Befehl unkenntlich ist

COM 2-WEGE EINSTELLUNGEN

RS-Para 1	52	ASCII Code für 1-stellige Stationsnummer (z.B. „4“:052). Die Stationsnummer ist immer 1 Stelle lang.
RS-Para 2	75048	ASCII Code Darstellung der 2-stelligen Kanalnummer (z.B. „K0“:075,048). Die Kanalnummer ist immer 2 Stellen lang.
RS-Para 3	13010	Optional: es können bis zu 3 ASCII Codes an die Geräteantwort angehängt werden. In diesem Fall, werden <CR> und <LF> (ASCII Codes 013 und 010) an die Antwort angehängt. Geben Sie 0 ein, wenn nichts angehängt werden soll.
RS-Para 4	0	Nicht verwendet

Übertragung an Gerät			**Antwort vom Gerät**			
Byte	**Beispiel**	**Beschreibung**	**B**	**NoErr**	**Error**	**Beschreibung**
1			1		<STX>	ASCII Code 002
2			2		4	1-stellige StationsNr., RS-Para1
3			3		?	Fragezeichen eingefügt anstelle des unkenntlichen Befehls
4			4		?	
5			5		?	
6			6		?	
7			7		<Leerz>	Leerzeichen
8			8		0	Anz. akt. Statusbedingungen
9			9		<Leerz>	Leerzeichen
10			10		S	Syntaxfehler
11			11		E	
12			12		<ETX>	ASCII Code 003
13			13		<CR>	Es werden bis zu 3 Stellen am Ende der Übertragung der Antwort angehängt, gemäß Eintrag für RS-Para 3
14			14		<LF>	
15			15			
16			16			
17			17			
18			18			
19			19			